

**UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS**

**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

**E.A.P. DE ODONTOLOGÍA**

**Rugosidad superficial de resinas con nanopartículas  
sometida a tres sistemas de pulido**

**TESIS**

Para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista

**AUTOR**

Manuel Antonio BEDÓN ROJAS

**ASESOR**

Felipe LOZANO CASTRO

Lima - Perú

2017

## **MIEMBROS DEL JURADO DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**

Mg. CARLOS ALBERTO ARROYO PEREZ

**PRESIDENTE**

CD. Esp. JAIME SÁNCHEZ GARCÍA

**MIEMBRO**

Mg. FELIPE LOZANO CASTRO

**MIEMBRO ASESOR**

## **DEDICATORIA**

*A Dios por darme la oportunidad de vivir cada momento de esta vida tan maravillosa, para poder lograr los sueños y metas trazadas.*

*A mis padres, Moreina y Oscar, por su apoyo eterno en cada momento y decisión de mi vida, por creer siempre en mí y en mis sueños.*

*A mis hermanos, Claudia e Ivan; por creer en mi como luz guía en su camino de vida.*

*A mis amigos, aquellos incondicionales que con pequeñas palabras o frases alientan a seguir por el camino del esfuerzo para lograr las metas.*

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi asesor de tesis, Mg. Felipe Lozano Castro, por su paciencia, por siempre estar presto a la investigación y motivarme a generar nuevos conocimientos.

A la Mg. Teresa Evaristo Chiyong, por su apoyo incondicional durante la realización del trabajo y sus conocimientos brindados desinteresadamente.

A los maestros miembros del jurado, al Mg. Carlos Arroyo Pérez y al C.D. Jaime Sánchez García, por su disposición a ayudar, por sus enseñanzas y recomendaciones durante la realización del presente trabajo de investigación.

A la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, por ser cuna de conocimientos y vivencias que forjaron crecimiento en mi formación profesional.

## RESUMEN

En la actualidad la importancia del pulido de resinas es fundamental para mejorar las propiedades de los mismos y además la higiene del paciente al evitar el acúmulo de placa en la rugosidad de su superficie. Existe una gran variedad de sistemas de pulido, pero no existe un consenso respecto a que técnica genera menor rugosidad superficial. Es por ello que la elección del sistema de pulido a usar recae netamente en el criterio de odontólogo. No existen estudios con respecto a la resina Tetric Ceram Bulk Fill® y la rugosidad superficial generada al usar los sistemas Jiffy®, Politip® + Astrobrush® y Sof-Lex®. El objetivo del estudio fue evaluar la rugosidad superficial de una resina con nanopartículas Tetric Ceram Bulk Fill® (Ivoclar Vivadent) sometida a tres sistemas de pulido en cuerpos de muestra prefabricados. **Material y Métodos:** Estudio experimental prospectivo longitudinal e in vitro, en la cual estuvo constituida por 30 cuerpos de muestra de resina Tetric® N-Ceram Bulk Fill. Se clasificaron en 3 grupos de estudio: Jiffy®, Politip® + Astrobrush® y Sof-Lex®. Se evaluó la rugosidad superficial de cada cuerpo de muestra 4 veces con el RUGOSÍMETRO SJ-201P, Mitutoyo; obteniéndose una rugosidad media total y se realizó las mediciones en dos momentos (pre sistema de pulido y post sistema de pulido). Para el análisis de los datos, se utilizó un software estadístico SPSS v.22, evaluando la eficacia de pulido de los distintos sistemas, mediante técnicas de análisis descriptivos e inferenciales, con uso de T-Student para evaluación de diferencias de medias de las distintas muestras y la prueba de ANOVA con nivel de significancia  $p < 0.05$ . **Resultados:** No se encontró diferencia significativa ( $p > 0,05$ ) en la rugosidad superficial obtenidas entre los sistemas de pulido. Se observó que el sistema Politip® + Astrobrush® generó una mayor diferencia de rugosidad entre ambos momentos. Se podría concluir que usar el sistema de pulido del mismo fabricante de la resina nos puede generar mejores resultados en la disminución de la rugosidad superficial.

**Palabras claves:** Resina con nanopartículas, Sistema de Pulido, Rugosidad Superficial.

## SUMARY

At present the importance of the polishing of resins is fundamental to improve the properties of the same ones and also the hygiene of the patient to avoid the accumulation of plaque in the roughness of its surface. There is a great variety of polishing systems, but there is no consensus regarding which technique generates less surface roughness. That is why the choice of the polishing system to use relapses directly into the dentist's criterion. There are no studies with respect to Tetric Ceram Bulk Fill® resin and the surface roughness generated using the Jiffy®, Politip® + Astrobrush® and Sof-Lex® systems. The objective of the study was to evaluate the surface roughness of a Tetric Ceram Bulk Fill® (Ivoclar Vivadent) nanoparticle resin subjected to three polishing systems in prefabricated sample bodies. **Material and Methods:** Prospective longitudinal and in vitro experimental study, consisting of 30 sample bodies of Tetric® N-Ceram Bulk Fill resin. They were classified into 3 study groups: Jiffy®, Politip® + Astrobrush® and Sof-Lex®. The surface roughness of each sample body was evaluated 4 times with the RUGOSIMETER SJ-201P, Mitutoyo; Obtaining a total average roughness and the measurements were made in two moments (pre polishing system and post polishing system). For the analysis of the data, a statistical software SPSS v.22 was used, evaluating the polishing efficiency of the different Systems, using descriptive and inferential analysis techniques, using T-Student for the evaluation of mean differences of the different samples and the ANOVA test with significance level  $p < 0.05$ . **Results:** No significant difference was found ( $p > 0,05$ ) in the surface roughness obtained between the polishing systems. It was observed that the system Politip® + Astrobrush® generated a greater difference of roughness between both moments. It could be concluded that using the polishing system of the same resin manufacturer can generate better results in the reduction of surface roughness.

**Key words:** Resin with nanoparticles, Polishing System, Surface roughness.

# ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN	11
II.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	12
2.1.	Área del problema	12
2.2.	Delimitación del problema	13
2.3.	Formulación del problema	14
2.4.	Objetivo de la investigación	14
2.4.1.	Objetivo general	14
2.4.2.	Objetivos específicos	14
2.5.	Justificación del estudio	15
2.6.	Limitaciones de la investigación	16
2.7.	Factibilidad y viabilidad	16
III.	MARCO TEÓRICO	17
3.1.	Antecedentes	17
3.2.	Bases teóricas	40
3.2.1.	Resina Compuesta	40
3.2.1.1.	Clasificación de las resinas compuestas	44
3.2.1.2.	Resina Tetric N Ceram Bulk Fill®	46
3.2.2.	Rugosidad superficial	48
3.2.3.	Sistemas de pulido	50
3.2.3.1.	Sistema de Pulido Politip® - Astrobrush® (Ivoclar Vivadent)	50
3.2.3.2.	Sistema de Pulido Jiffy® (Ultradent)	53
3.2.3.3.	Sistema de Pulido Sof-Lex® (3M Espe)	54

3.3.	Definición de términos	57
3.4.	Hipótesis	58
3.5.	Sistema de variables	58
3.6.	Operacionalización de variables	59
IV.	DISEÑO METODOLÓGICO	60
4.1.	Tipo de investigación	60
4.2.	Población y muestra	60
4.3.	Técnica e instrumento de recolección de datos	62
4.4.	Procedimientos de datos	66
4.5.	Análisis de resultados	66
V.	RESULTADOS	67
VI.	DISCUSIÓN	77
VII.	CONCLUSIONES	78
VIII.	RECOMENDACIONES	79
IX.	BIBLIOGRAFÍA	80

## **ANEXOS**

ANEXO N°1	Ficha de recolección de datos	86
ANEXO N°2	Metodología experimental	88
ANEXO N°3	Resultados de medición de rugosidad superficial previo al uso de los sistemas de pulido	93
ANEXO N°4	Resultados de medición de rugosidad superficial posterior al uso de los sistemas de pulido	96



## FIGURAS

Figura 1. Portador de acrílico de los cuerpos de muestra	89
Figura 2. Jeringa de resina Tetric® N-Ceram Bulk Fill usada en el trabajo experimental	89
Figura 3. Medición de intensidad de la lámpara LED usada en el experimento	90
Figura 4. Fotopolimerización de los cuerpos de muestra en el portador de muestras	90
Figura 5. Colocación de cinta celuloide y lamina porta objetos sobre el portador de muestras	91
Figura 6. Uso de punta diamantada de grano medio sobre la superficie de los cuerpos de muestra	91
Figura 7. Uso del sistema de pulido Jiffy® sobre los cuerpos de muestra	92
Figura 8. Uso del sistema de pulido Sof-Lex® sobre los cuerpos de muestra	92
Figura 9. Uso del sistema de pulido Politip® + Astrobrush® sobre los cuerpos de muestra	92
Figura 10. Laboratorio de análisis de materiales de la Facultad de Ingeniería Mecánica de la UNI	93
Figura 11. Medición de rugosidad superficial del cuerpo de muestra con el rugosímetro	93

## GRÁFICOS

Gráfico N.º 1.Comparación de medias de rugosidad superficial antes del uso de los sistemas de pulido	69
Gráfico N.º 2.Comparación de medias de rugosidad superficial después del uso de los sistemas de pulido	70
Gráfico N.º 3. Comparación de grupos por rugosidad superficial media pre y post sistema de pulido	73

## TABLAS

Tabla N.º 1. Rugosidad superficial pre y post para el sistema Jiffy®	67
Tabla N.º 2. Rugosidad superficial pre y post para el sistema Politip® + Astrobrush®	68
Tabla N.º 3. Rugosidad superficial pre y post para el sistema Sof-Lex®	68
Tabla N.º 4. Comparación de medias de rugosidad superficial antes del uso de los sistemas de pulido	69
Tabla N.º 5. Comparación de medias de rugosidad superficial después del uso de los sistemas de pulido	70
Tabla N.º 6. Prueba de Normalidad a las muestras	71
Tabla N.º 7. Comparación de grupos por rugosidad superficial media pre y post sistema de pulido	72
Tabla N.º 8. Prueba T Student de muestras emparejadas	74
Tabla N.º 9. Comparación de medias de rugosidad superficial entre los sistemas usados en ambos momentos	75
Tabla N.º 10. Prueba de ANOVA	76

## I. INTRODUCCIÓN

En la práctica clínica odontológica diaria, se realizan muchas restauraciones con resina compuesta, así como también existen muchos sistemas de pulido el cual usar, pero no existe un consenso en qué sistema es el más indicado para una determinada marca o tipo de resina.

El pulido es un importante procedimiento que debe ser hecho para disminuir la rugosidad superficial del material, manteniendo consecuentemente la estética y la longevidad clínica.

<sup>(54,55)</sup>. Cuanto más lisa sea la superficie es menor la pigmentación y el acumulo de biofilm; que en consecuencia evitaría formación de caries o enfermedad periodontal. <sup>(56,57)</sup>

Diversos estudios han comprobado la efectividad de los sistemas de pulido en la reducción de la rugosidad superficial usando diversos tipos de resina, con los protocolos establecidos por los fabricantes.

El objetivo de este estudio fue evaluar la rugosidad superficial de una resina con nanopartículas Tetric® N-Ceram Bulk Fill (Ivoclar Vivadent) sometida a tres sistemas de pulido (Jiffy® (Ultradent), Politip® + Astrobrush® (Ivoclar Vivadent) y Sof-Lex® (3M Espe)) en cuerpos de muestra prefabricados.

Se realizaron las pruebas estadísticas de los resultados obtenidos en la medición de las rugosidades superficiales para encontrar las diferencias entre los momentos de medición y entre los sistemas de pulido usados.

## **II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **2.1. ÁREA DEL PROBLEMA**

En las últimas décadas, la odontología estética viene dando significantes pasos para el perfeccionamiento de la estética de la sonrisa. Hoy, a través de materiales y técnicas, es posible conseguir resultados muy óptimos.

Un material que es bien aceptado para la restauración directa del tejido dental perdido por el proceso carioso, lesiones cervicales no cariosas o transformaciones de anatomía, es la resina compuesta. Es un material que puede ser utilizado en restauraciones de piezas anteriores como posteriores, pues tiene una amplia gama de aplicaciones en diversas situaciones clínicas, permitiendo la reproducción de color, textura y translucidez del diente. Actualmente la resina compuesta se presenta como la primera opción de material restaurador, debido a su alta capacidad de simulación de las características ópticas. Desde el punto de vista clínico es fundamental que el profesional sepa diferenciar y escoger entre las diversas resinas compuestas disponibles en el mercado y escoger la más adecuada para cada situación; además de conocer sobre el tipo de tamaño de partículas de carga que componen la resina, pues ellas ejercen factores determinantes en las propiedades físicas y mecánicas y pueden interferir en la durabilidad de las mismas.

## **2.2. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA**

La rugosidad de las superficies resinosas pueden reducir la vida útil de la restauración, pues esta quedará más predispuesta al acumulo de biofilm, lo que puede acarrear a la formación de caries secundaria, pigmentación en la interfase diente y restauración, variación temprana de color, irritación del tejido gingival debido a las agresiones al periodonto, así también en el brillo y estética final, resultando en la necesidad de su sustitución.

El acabado y pulido de las restauraciones dentarias son procedimientos críticos que pueden mejorar la estética y la longevidad de las restauraciones. La estructura de la matriz resinosa y la característica de las partículas de carga tienen relación directa con la lisura de superficie de la restauración y la susceptibilidad a pigmentación extrínseca (Van Noort R, 1984).<sup>(1)</sup>

La presencia de irregularidades en la superficie causada por un pulido insatisfactorio puede acarrear problemas clínicos como inflamación gingival, pigmentación de la superficie y acumulo de biofilm (Bollen & Larnbrechts, 1997)<sup>(2)</sup>. Además de eso, restauraciones rugosas en la superficie oclusal pueden causar desgaste del esmalte del diente antagonista. (Mandikos MN, et al 2001)<sup>(3)</sup>.

La eficacia del acabado y pulido de las superficies es un paso de fundamental importancia donde es obtenido un aspecto semejante al esmalte dental permitiendo así la reflexión de la luz. Con auxilio de instrumentos cortantes, discos de lija y puntas siliconadas se consigue obtener una superficie uniforme, con contorno y oclusión adecuados. De este modo, el profesional debe ser criterioso y utilizar una secuencia de instrumentos en orden decreciente de granulación de los sistemas de pulido y así ir disminuyendo la rugosidad superficial.

Por ello, es necesario determinar qué sistema de pulido es el adecuado para cada tipo específico de resina, dado que con un sistema adecuado las propiedades que se obtienen posteriores al pulido son beneficiosas para la comodidad y salud del paciente.

## **2.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Existen diferencias al comparar la rugosidad superficial de resinas con nanopartículas sometida al uso de tres sistemas de pulido?

## **2.4. OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN**

### **2.4.1. General**

- ✓ Evaluar la rugosidad superficial de una resina con nanopartículas sometida a tres sistemas de pulido en cuerpos de muestra prefabricados.

### **2.4.2. Específicos**

- ✓ Determinar la rugosidad superficial de la resina con nanopartículas después del sistema de pulido Jiffy® (Ultradent).
- ✓ Determinar la rugosidad superficial de la resina con nanopartículas después del sistema de pulido Politip® + Astrobrush® (Ivoclar Vivadent).
- ✓ Determinar la rugosidad superficial de la resina con nanopartículas después del sistema de pulido Sof-Lex® (3M Espe).
- ✓ Comparar la rugosidad superficial de la resina con nanopartículas después del uso de los sistemas de pulido Jiffy® (Ultradent), Politip®+Astrobrush® (Ivoclar Vivadent) y Sof-Lex® (3M Espe).

## **2.5. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO**

El problema propuesto amerita su realización en vista que el uso de resinas compuestas en los tratamientos odontológicos es del día a día, además de ello, se presenta en el mercado innumerables tipos y sistemas de pulido, cada una muy distinta o similar a la otra. La necesidad de acabado y pulido de las resinas compuestas radica en la importancia que tiene para evitar pigmentaciones, filtraciones, retención de placa y demás complicaciones que pudiera generar una superficie rugosa en boca. El uso de los sistemas de pulido aplicado en las resinas compuesta a evaluar, nos proveerá de conocimientos y evidencias de la mejoría y/o disminución en la rugosidad superficial y así se dará alternativas de sistemas de pulido que tengan mejores resultados en la resina nanoparticulada Tetric® N-Ceram Bulk Fill.

Es importante también destacar que este trabajo de investigación contribuye con el conocimiento científico incidiendo en el uso y manejo de sistemas de pulido, comparándolos y estableciendo una posible diferencia en la rugosidad superficial entre ellos.

## **2.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN**

Para la presente investigación propuesta, las limitaciones que se pueden presentar son el ser una prueba *in vitro* y no ser una prueba en piezas dentales de la cavidad oral; el no uso de instrumentos de medición más avanzados como el microscopio electrónico.

## **2.7. FACTIBILIDAD Y VIABILIDAD**

El presente trabajo es factible por la disponibilidad de unidades de estudio, materiales y no haber restricciones éticas para el uso de resina compuesta y sistemas de pulido en estudios *in vitro*.



### III. MARCO TEÓRICO

#### 3.1. ANTECEDENTES

- **SILVA, R. Y ARAÚJO, M. (1998)<sup>(4)</sup>** en el estudio “Evaluación de la rugosidad superficial de restauraciones estéticas y de esmalte adyacente luego del uso de diferentes instrumentos rotatorios de acabado y pulido” fue evaluado, *in vitro*, la rugosidad superficial de dos materiales restauradores estéticos, resina compuesta TPH (Dentsply) y resina compuesta poliácido modificado VariGlass (Dentsply) y del esmalte adyacente a estas restauraciones, luego de diferentes procedimientos de acabado y pulido, así como la rugosidad del esmalte sin cualquier tipo de tratamiento. De acuerdo con los resultados posteriores al análisis estadístico, podemos verificar que: la resina compuesta presenta menor rugosidad que el composite poliácido modificado; el esmalte adyacente a las restauraciones se tornó más liso que el esmalte integro; las brocas multilaminadas mostraron menores valores de rugosidad comparadas con las puntas diamantadas, con diferencia estadísticamente significativa; ninguno de los procedimientos de acabado y pulido empleados fue satisfactorios para el composite poliácido modificado, que presento los mayores valores de rugosidad media, siendo necesarias nuevas investigaciones sobre acabado y pulido de esos materiales.
- **ONO, ROSANA (1995)<sup>(5)</sup>** en su estudio “Evaluación de los procedimientos de acabado y pulido sobre la rugosidad superficial de resina compuesta” El objetivo del trabajo fue evaluar “*in vitro*” la rugosidad superficial de los composites Herculite XRV (Sybron/Kerr), Z100 (3M Co.) y Tetric (Vivadent), sometidos a diferentes procedimientos de acabado y pulido. Fueron confeccionados 24 cuerpos de prueba de cada material, con 8mm de diámetro por 2mm de espesor; la colocación de la resina fue incremental, con exposición individual de 60 segundos, con el fotopolimerizador Visilux 2 (3M). Después del procedimiento total de polimerización, los cuerpos de prueba fueron removidos de la matriz y almacenados en estufa a 37°C y humedad relativa de 100% por 24 horas. Cada procedimiento de acabado y pulido fue realizado por aproximadamente 2 minutos,

respectivamente con auxilio del aparato de alta velocidad de rotación (turbina-DABI ATRANTE), refrigerados con chorros de agua/aire, con movimientos lineales en una dirección y contra-ángulo (Micro motor- DABI ATLANTE) en baja velocidad de rotación, en seco. Las superficies de las muestras fueron evaluadas antes y después de cada procedimiento y la lectura considerada fue la media aritmética entre los picos y valles (Ra), recorrida por el perfilómetro (Praziz-Rug 3-Argentina), en un trecho de 4,8 mm. De acuerdo con los resultados obtenidos, los procedimientos de acabado con brocas de 30 láminas y pulido con abrasivos de silicona Viking (gris y verde) + gel, discos Sof-Lex (fino y extrafino) y Enhance + Prisma Gloss produjeron índices de rugosidad sin diferencia estadísticamente significativa sobre Herculite XRV, Z 100 y Tetric. Los procedimientos de acabado con puntas diamantadas F y FF y pulido con abrasivos de silicona Viking (gris y verde) + gel presentan índices de rugosidad con diferencias estadísticamente significativas cuando son comparados a los pulidos con discos Sof-Lex (fino y extrafino) o Enhance + Prisma Gloss, sobre Herculite XRV y Z100. Observándose también que los procedimientos de acabado con puntas diamantadas y pulidos con Abrasivos de silicona Viking (gris y verde) + gel, disco Sof-Lex (fino y extrafino) y Enhance no presentan diferencias estadísticamente significativas sobre el composite Tetric.

- **LÓPEZ Y COLS. (2002)<sup>(6)</sup>** en su estudio “Calidad de superficie obtenida con diferentes métodos de pulido para ionómero de vidrio y resina compuesta” se tuvo como objetivo evaluar tres diferentes métodos de pulido: discos Sof-Lex®, fresas de carburo tungsteno para pulido y piedras de Arkansas, en función de la superficie obtenida en dos materiales: ionómero de vidrio, resina compuesta; todo fue manipulado de acuerdo a las instrucciones de los fabricantes. Se realizaron 78 muestras, 39 fueron de resina y 39 de ionómero. De cada grupo, seis muestras (3 de cada material) se destinaron para pruebas piloto y doce (seis de cada material) para muestras testigo. Para el procedimiento experimental se destinaron treinta muestras de cada material. Las superficies obtenidas con cada método de pulido fueron evaluadas con un analizador

de superficies y los resultados fueron comparados con los obtenidos del análisis de superficies testigo: seis obtenidas con presión de cinta Mylar y seis obtenidas por fricción de lija de grano 180. Después del análisis estadístico Anova se encontró que el uso de Sof-Lex® tuvo el mejor resultado.

- **NAGEM FILHO Y COLS. (2003)<sup>(7)</sup>** En el estudio “Rugosidad superficial de Resinas Compuestas después del acabado y pulido”, el objetivo fue evaluar el efecto de los métodos de acabado superficial en la rugosidad de la superficie media de las resinas compuestas. Se utilizaron siete compuestos y dos sistemas de pulido. Ciento veinte y seis especímenes cónicos de cada material se prepararon en moldes de acero inoxidable contra una tira de poliéster. Cuarenta y dos de ellos permanecieron intactos y se utilizaron como controles. Cada medio de las muestras restantes fue pulida, ya sea con fresas de diamante o fresas de diamante + discos de óxido de aluminio. Los resultados no mostraron diferencias estadísticas en la rugosidad superficial media ( $R_a$ ,  $\mu m$ ) entre los discos tira de poliéster y discos de óxido de aluminio ( $p > 0,05$ ). Sin embargo, terminando con fresas de diamante mostró una rugosidad estadísticamente mayor promedio para todos los materiales compuestos ( $p < 0,05$ ). No se detectaron diferencias estadísticas entre los materiales ( $p < 0,05$ ) en el uso de fresas de diamante.
- **BARBOSA Y COLS. (2005)<sup>(8)</sup>** En el estudio “Efecto de diferentes acabados y técnicas de pulido en la rugosidad superficial de microrrelleno, híbrido y empacables resinas compuestas”, el objetivo fue examinar la rugosidad superficial media ( $R_a$ ,  $\mu m$ ) de 2 microrrelleno (Durafill y Perfection), 1 híbrido (Filtek Z250) y 2 resinas compuestas empacables (Surefil y Fill Magic), antes (vaselina) y después de las ocho diferentes tratamientos de acabado y pulido. La rugosidad superficial se evaluó mediante un perfilómetro. Diez muestras de cada resina compuesta se sometieron aleatoriamente a uno de los siguientes técnicas de acabado/pulido: A - fresas de carburo; B - fresas de diamante fino / extrafinas; C - discos de óxido de aluminio Sof-Lex; D - discos de óxido de aluminio Super-Snap; E - Puntos de pulido de goma + finas/extrafinas pastas de pulido; F - diamantes puntos fresas + pulido de caucho + finas/extrafinas pastas de

pulido; G - Sistema de fresas de diamante + Sof-Lex; H - Fresas de diamante + sistema Super-Snap . Los datos fueron analizados mediante ANOVA de dos vías y la prueba HSD de Tukey. Las diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) fueron detectados entre las resinas y las técnicas de acabado/pulido. Para todas las resinas, el uso de fresas de diamante resultó en la mayor rugosidad superficial ( $R_a$ : 0.69 a 1,44  $\mu\text{m}$ ). Los medios  $R_a$  más bajas se obtuvieron para las muestras tratadas con discos Sof-Lex ( $R_a$ : 0,11-0,25  $\mu\text{m}$ ). Los valores de  $R_a$  de Durafill eran inferiores a los de Perfection y Filtek Z250, y estos a su vez tenía menor  $R_a$  que las resinas compuestas empacables. En general, las superficies más lisas fueron obtenidas con el uso de la secuencia completa de discos Sof-Lex. En las áreas que no pudieron ser contactados por los discos de óxido de aluminio, las fresas de carburo y la asociación entre los puntos de goma y pastas de pulido producen suavidad de la superficie satisfactoria para las resinas compuestas empacables e híbridos, respectivamente.

- **PALIALOL, ALAN (2008)** <sup>(9)</sup> en el estudio “Evaluación de la rugosidad, morfología y susceptibilidad a la pigmentación de composites odontológicos sometidos a diferentes sistemas de acabado y pulido”, evaluó el efecto de métodos de acabado y pulido aplicados a diferentes composites en la rugosidad, morfología superficial y susceptibilidad a la pigmentación por colorante. Fueron evaluados tres composites: filtek supreme (3M ESPE), Esthet X(Dentsply) y Renamel Microfill (cosmedent). Para el pulido de estos fueron utilizados discos de acabado y pulido Sof-Lex (3M ESPE), discos Enhance/Pogo (Dentsply), FelxiDisc/Enamelize (Cosmedent), especímenes fueron preparados con tiras de poliéster que sirvieron como control. Discos de los 3 composites fueron preparados (3mm de espesura y 5mm de diámetro), y divididos aleatoriamente en 12 grupos experimentales ( $n=8$ ). Los composites fueron sometidos a los sistemas de acabado y pulido y en seguida analizados en aparato rugosímetro ( $R_a$ ). Siete discos de cada grupo fueron sumergidos en colorante y preparados para el análisis en espectrofotómetro para la evaluación de la intensidad de pigmentación en las superficies pulidas. El espécimen restante fue analizado en microscopio electrónico de barrido

(MEB) para la observación de la morfología de las superficies de los composites pulidos. Los datos obtenidos fueron sometidos al análisis estadístico ANOVA y test de Tukey, al nivel de significancia de 5%. Apenas fue observada alteraciones morfológicas (en MEB) significativas cuando fue analizado el Esthet X + Sof-Lex. En el análisis de la pigmentación superficial, el composite nanoparticulado Z350 presento la menor incorporación de pigmento. Cuando los composites fueron pulidos con el sistema del mismo fabricante, siempre mostraban menores valores de rugosidad (Ra).

- **CAMACHO Y COLS. (2008)**<sup>(10)</sup> en el estudio “evaluación de la rugosidad superficial de resinas compuestas expuestas a diferentes agentes” tuvieron como objetivo evaluar el efecto del peróxido de carbamida al 34% y flúor fosfato acidulado al 1,23% sobre dos resinas compuestas que recibieron dos tipos de acabado: pulido mecánico y matriz de poliéster. Fueron confeccionados 42 cuerpos de prueba de resina Filtek™Z-250 – 3M/ESPE (grupo 1) y 42 de la Fill Magic® - Vigodent (grupo 2). De cada resina se formaron dos grupos: Grupo 3 – 21 cuerpos de prueba fueron sometidos al pulido con discos SOF-LEX (3M/ESPE); Grupo 4 – 21 recibieron acabado con matriz de poliéster. De cada grupo, se formaron tres subgrupos: grupo 5 – 7 fueron expuestos por 4 minutos al flúor fosfato acidulado; grupo 6 – 7 fueron inmersos 4 veces en peróxido de carbamida durante 30 minutos; grupo 7 – 7 no fueron expuestos. Todos los cuerpos de prueba recibieron una lectura de rugosidad media (Ra) de sus superficies. El análisis estadístico (Kruskal-Wallis) mostro mayor rugosidad en el grupo 3 (0,066  $\mu\text{m}$ ),  $p < 0,01$ , que en el grupo 4 (0,051  $\mu\text{m}$ ). La comparación de los cruzamientos entre las medias de los cuerpos de prueba mostro que el subgrupo flúor promovió mayor rugosidad cuando fue aplicado sobre la resina Filtek™Z-250 (0,0798  $\mu\text{m}$ ),  $p < 0,05$ . Así, revalidamos que la matriz de poliéster confiere una mayor lisura superficial que el pulido mecánico. En cuanto a los agentes, se observó que la composición de la resina aliada a la técnica de pulido empleada parece constituirse en aspectos que influyen en la rugosidad. Lo que podrá determinar cuál es la mejor resina o acabado que fuesen utilizados en casos de clareamiento o en pacientes que necesiten de aplicación de flúor.

- **KORKMAZ Y COLS. (2008)**<sup>(11)</sup> En el estudio “La influencia de los sistemas de pulido de un solo paso en la rugosidad de la superficie y la microdureza de nanocompuestos”, se evaluó in vitro la rugosidad de la superficie y la microdureza de nanocompuestos que contienen nanopartículas y un compuesto microhíbrido acabado y pulido con dos sistemas diferentes de un solo paso de pulido y un sistema de multi-etapa de pulido convencional. Los materiales evaluados fueron Filtek Supreme XT, Grandio, Ceram X, AELITE Estética esmalte, Tetric EvoCeram y Filtek Z250. Un total de 240 especímenes (10mm de diámetro, 2mm de espesor) se fabricaron para ambas pruebas (n = 120) en cada ensayo un molde de plexiglás cubiertos con una tira de poliéster. Después de la polimerización, cinco muestras por grupo no recibieron tratamiento pulido y sirvió como control para ambas pruebas. Para cada grupo de compuesto (n = 15), los especímenes fueron divididos aleatoriamente en tres sistemas de pulido: PoGo, OptraPol y Sof-Lex. Todos los sistemas de pulido se aplicaron de acuerdo a las instrucciones del fabricante después de ser suelo húmedo con papel de 1200 rejilla de carburo de silicio. Los valores de rugosidad de la superficie se determinaron usando un perfilómetro. Las mediciones de micro dureza se realizaron utilizando un probador de micro dureza digital (carga 500 g; tiempo de permanencia 15 segundos). Los datos se analizaron mediante el test de ANOVA de una sola vía en un nivel de significación de 0,05 para ambas pruebas. Comparación múltiple se realizó con la prueba de Rango Múltiple de Duncan. Las superficies más suaves se lograron bajo tiras de poliéster en todos los grupos compuestos (p <0,05). En el grupo de Tetric EvoCeram, Sof-Lex exhibe los más altos valores de rugosidad. Se concluyó que los sistemas de pulido de un solo paso pueden ser utilizados con éxito para el pulido de nanocompuestos.
- **PONTES Y COLS. (2009)**<sup>(12)</sup> en su estudio “Rugosidad superficial de composites microparticulados y nanoparticulados después del acabado y pulido”, el objetivo fue evaluar la rugosidad superficial de resinas compuestas microparticulada (Durafill, Heraeus Kulser Weihreim, Germany), nanoparticuladas 4 Seasons (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein), Esthet X (Dentsply, Milford, DE, USA) Point 4 (Kerr CO, Orange,

CA, USA), Filtek-Supreme (3M-ESPE, Dental Products, St. Paul, MN, USA). Se usó para el acabado las puntas diamantadas F (KG Sorensen, Barueri, Brasil) y pulido con puntas de silicona Politip (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) en los colores plomo, verde y rosa, fueron realizadas cuatro etapas de finalización, una de acabado y tres de pulido, simulando el acabado y pulido de una restauración de resina fotopolimerizable. Diez especímenes de cada resina compuesta fueron evaluados dando valores de rugosidad superficial con rugosímetro (Mitutoyo Corporation, Tokyo, Japan) después de cada etapa de acabado y pulido. Los resultados demostraron que las resinas nanoparticuladas y microparticuladas presentan diferencias significantes en cuanto a los valores de rugosidad superficial en todos los estadios de acabado y pulido. se concluye que entre las resinas nanoparticuladas, la 4 Seasons (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) y la Point 4 (Kerr CO, Orange, CA, USA), así como la resina microparticulada Durafill (Heraeus Kulser Wehrheim, Germany), presentaban bajos valores de rugosidad superficial después de acabado todas las etapas de acabado y pulido.

- **PÚBLIO, JULIANA DO CARMO (2010)** <sup>(13)</sup> en su estudio “Estudio comparativo del acabado/pulido superficial de resinas compuestas”, el objetivo fue el análisis del acabado / pulido superficial de resinas compuestas para dientes posteriores sometidas a diferentes tipos de materiales para tratamientos de acabado y pulido. Fueron confeccionados 84 cuerpos de prueba cilíndricos de 5 mm de diámetro y 2 mm de altura con tres resinas compuestas: P90, Z350 y Charisma. Las muestras fueron pulidas utilizándose 4 sistemas de acabado y pulido distribuidos en doce grupos (n=7): sin acabado y pulido (control); acabado con punta diamantada 1112 FF (KG SORENSEN); acabado con punta diamantada 1112 FF, y puntas Enhance (DENTSPLY) y Pogo (DENTSPLY); acabado con punta diamantada 1112 FF y puntas Enhance/Pogo y pastas Poli I, II y Fotogloss. Cada cuerpo de prueba fue evaluado en rugosímetro Surfcom SE 1700 para la evaluación de la rugosidad superficial después del acabado y pulido superficial. En cada superficie, fueron efectuadas 4 lecturas en posiciones diferentes.

La media de las mismas fue considerada la rugosidad de cada muestra. Los grupos del sistema de acabado con punta diamantada presentaban la más alta media de rugosidad, diferenciándose de los demás grupos. Así, se concluyó que la variación de rugosidad depende del tipo de pulido efectuado. No hubo diferencias significativas en la rugosidad superficial de los materiales restauradores evaluados.

- **CARRILHO NETO, ANTONIO (2011)** <sup>(14)</sup> en su estudio “Brillo, rugosidad e integridad de la superficie de resinas compuestas: efecto del pulido y cepillado”, el objetivo del estudio fue evaluar la influencia de sistemas de pulido y cepillado mecánico simulada sobre el brillo, rugosidad e integridad de la superficie de materiales restauradores estéticos. Cuatro composites fueron evaluados: Filtek Z350 XT – 3M ESPE, Charisma Opal – Heraeus Kulser, Amelogen Plus – Ultradent, Tetric N-Ceram – Ivoclar Vivadent. Fueron obtenidas 20 muestras cilíndricas para cada material y separadas aleatoriamente en dos grupos (n=10), cada grupo fue sometido a uno de los dos procedimientos de pulido (Sof-Lex- 3M ESPE y PoGo – Dentsply Caulk). En seguida, todas las muestras fueron sometidas a las evaluaciones de brillo, medido con medidor (Zehntner ZGM 1120 Glossmeter) y la rugosidad con rugosímetro (Surfcorder SE1700 – Kosaka Lab) y sometidas a 30000 ciclos mecánicos de cepillado simulado, utilizando solución dentífrica (Colgate) y agua destilada. En la secuencia de cepillado, las mediciones de brillo y rugosidad fueron repetidas. En seguida, las muestras fueron sometidas a los procedimientos de pulido, seguidos de las evaluaciones de brillo y rugosidad. Los datos fueron sometidos a la prueba ANOVA para medidas repetidas y test de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). Adicionalmente, las muestras iniciales, cepilladas y pulidas fueron examinadas en microscopia electrónica de barrido (5600LV – Jeol) para evaluación cualitativa de la integridad de la superficie. Con base en los resultados de Rugosidad Media encontrados posterior al cepillado simulado, se puede concluir que la resina nanoparticulada presento menor rugosidad por el cepillado mecánico ( $0,275 \mu\text{m}$ ) y mayor brillo por ambos métodos de pulido (Pogo 71,78 GU y Sof-Lex 70,64 GU); el cepillado mecánico aumento los valores medios de rugosidad y disminuyo el brillo de los composites; los sistemas de



pulido no fueron capaces de recuperar la lisura cuando fueron comparadas a la fase inicial; ambos sistemas de pulido mejoran el brillo dejado por el cepillado, con excepción del composite Amelogem Plus. Con base en los análisis de las imágenes de MEB, fue posible observar que el sistema de pulido de múltiples pasos (Sof-Lex – 3M ESPE) favorece la presencia de surcos profundos.

- **PEREIRA Y COLS. (2011)**<sup>(15)</sup> En el estudio “Comparación de la rugosidad superficial de resinas compuestas después del pulido inmediato y tardío”, el objetivo de este trabajo fue comparar los efectos del pulido inmediato y tardío (después de 7 días) sobre la rugosidad superficial de 4 resinas compuestas directas: Suprafill, Opallis, Filtek Z250. Cuarenta muestras (n=10) fueron confeccionados a partir de una matriz metálica de aluminio (5 mm diámetro y 2 mm de espesura). Cada grupo de resina compuesta fue sometido a dos tipos de pulido de forma aleatoria. Cinco muestras de cada grupo tuvieron su pulido realizado inmediatamente y los otros cinco fueron después de 7 días para la realización del pulido con discos de óxido de aluminio Sof-Lex en todas las granulaciones diferentes. La rugosidad fue evaluada por medio del rugosímetro Surftest 211. Se obtuvo diferencia significativa solo en el grupo 3 (Opallis) siendo peor el desempeño de la lisura superficial después de los 7 días. No hubo mejoría estadística de los resultados de rugosidad superficial después del pulido tardío en relación al pulido inmediato.
- **DELGADO Y COLS. (2011)**<sup>(16)</sup> en el estudio “efecto de diferentes técnicas de pulido y refrigeración en la rugosidad superficial de una resina compuesta nanohíbrida”, el objetivo fue evaluar la rugosidad superficial de la resina compuesta nanohíbrida (Tetric N Ceram®) utilizando 3 técnicas de acabado superficial, con y sin refrigeración. Fueron confeccionados 60 especímenes (n=10), obtenidos por medio de una matriz metálica (10 x 2 mm). Los especímenes fueron almacenados durante 24 horas en agua destilada a temperatura ambiente, siendo posteriormente divididos en 6 grupos: G1-astropol + refrigeración, G2- astrobrush + refrigeración, G3- astropol + astrobrush + refrigeración, G4-astropol sin refrigeración, G5- astrobrush sin refrigeración, G6 – astropol +

astrobrush sin refrigeración. La lectura de la rugosidad superficial (Ra) fue realizada 24 horas luego de los respectivos tratamientos por medio de un rugosímetro marca Mitutoyo, tipo SJ – 201P (Japón). Se demostró que no existe diferencia significativa entre las diferentes técnicas de pulido y refrigeración. La técnica de pulido y refrigeración no interfiere en la rugosidad superficial, por tanto se debe tener en consideración las demás propiedades físicas de las resinas compuestas y el aspecto biológico del diente.

- **LIMA, MICHELE DE OLIVERIRA (2012)**<sup>(17)</sup> en el estudio “Evaluación de la rugosidad superficial de resinas compuestas sometidas a diferentes técnicas de acabado y pulido y agentes clareadores” el objetivo del trabajo fue evaluar la rugosidad superficial de los dos composites fotopolimerizables (Z250 – 3M y nanoparticulada Z350 – 3M Espe) sometidas a la acción de diferentes técnicas de acabado y pulido (sistema Jiffy – Ultradent y SofLex – 3M – Espe) y de agentes clareadores (peróxido de hidrogeno a 6 % y peróxido de hidrogeno a 35 %). Fueron confeccionados 80 cuerpos de prueba (n=10). Las muestras fueron sometidas a la lectura inicial de rugosidad superficial. Después, los cuerpos de prueba fueron sometidos a acabado y pulido. Nuevas lecturas de rugosidad superficial (L2) fueron realizadas. En seguida, las muestras fueron expuestas a los agentes clareadores, de acuerdo como el grupo experimental, y nuevas lecturas de rugosidad superficial (L3) fueron realizadas. Los resultados mostraron que las muestras de Z250 pulidas con sistema Sof-Lex presentaron menor rugosidad superficial luego al acabado y pulido. Cuando se utilizó Jiffy, Z350 presento menor rugosidad que Z250. La resina Z250 presento menor rugosidad superficial cuando fue clareada con clareador profesional. Los diferentes clareadores no diferencian en los resultados finales de rugosidad superficial para resina Z350. Conclusión: los sistemas de acabado y pulido disminuyen la rugosidad superficial. Cada resina presentó mejor rendimiento con determinado sistema de acabado. Por tanto, para ambos clareamientos, las muestras de resina Z350 pulidas con el sistema Sof-Lex presentan menores valores de rugosidad superficial.

- **ALVES CB. (2012)<sup>(18)</sup>** en su estudio “Evaluación *in vitro* de la rugosidad superficial de resinas compuestas, comparando diferentes sistemas de acabado y pulido y posterior a profilaxis con chorro de bicarbonato”, tuvo como objetivo evaluar la ocurrencia de alteraciones superficiales en tres resinas compuestas disponibles comercialmente cuando fueron sometidas a tratamiento de pulido y chorro de bicarbonato. Las alteraciones fueron cuantificadas a través de análisis rugosimétricos y calificadas a través de microscopia electrónica de barrido. Fueron evaluadas tres resinas compuestas: nanoparticulada Z350 (3M ESPE, Saint Paul-MN, EUA), microhíbrida Z250 (3M ESPE, Saint Paul- MN, EUA) y microparticulada Durafill (Heraeus Kulser, Germany). Para cada resina fueron confeccionados 15 cuerpos de prueba con el auxilio de una matriz de acero inoxidable con 7mm de diámetro y 3 milímetros de espesor en dos incrementos y fotoactivadas siguiendo las orientaciones del fabricante. Los cuerpos de prueba fueron mantenidos en agua destilada a 37°C por 24 horas. En seguida fueron sub divididos en tres grupos de acuerdo con los protocolos de acabado y pulido siendo evaluados el pulido con puntas Enhance® + PoGo (Dentsply, Konstanz, Germany), puntas Astropol (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) y discos Sof Lex Pop On (3M ESPE, Saint Paul- MN, EUA). Todas las muestras fueron sometidas a ciclaje térmico de 5 a 55 °C con tiempo de inmersión 1 minuto por 1000 ciclos, luego al ciclaje las muestras fueron sometidas a chorro de bicarbonato (equipamento Ortusonic Ortus, Campo Mourao, PR, Brasil) por 30 segundos. La rugosidad superficial fue evaluada con el auxilio de un rugosímetro (Mitutoyo SJ- 201P Mitutoyo Tokyo, Japon) en tres momentos, siendo la primera lectura realizada posterior a las 24 horas de confección de los cuerpos de prueba. La segunda después del pulido y la tercera posterior a la profilaxis con chorros de bicarbonato. La rugosidad fue medida en cinco diferentes lugares en cada muestra. Los resultados fueron analizados llevando en consideración la rugosidad media (Ra), en micrómetros (µm). Posteriormente fueron realizadas análisis en microscopio electrónico de barrido. Se concluyó que la resina que presentó mayor rugosidad de superficie fue la microparticulada (Durafill), las menores

rugosidades fueron observadas en las resinas compuestas nanoparticulada (Z350) y microhíbrida (Z250). Los discos Sof Lex Pop On y las puntas Enhace y Pogo produjeron superficies más lisas que el sistema de pulido con las puntas Astropol, estos resultados fueron confirmados con en análisis en microscopio electrónico de barrido (MEB).

- **RUIVO, MELISSA ARAÚJO (2012)** <sup>(19)</sup> En su estudio “caracterización de partículas de carga y rugosidad superficial de diferentes composites restauradores” los objetivos de este estudio fue evaluar cinco resinas compuestas restauradoras en cuanto a la rugosidad superficial después al acabado/pulido, análisis de la superficie pulida en microscopia electrónica de barrido (MEB) y las características de las partículas de carga. Los composites restauradores evaluados comprendieron una resina compuesta de formulación convencional (Z100, 3M ESPE), dos resinas compuestas nanoparticuladas (Filtek Z350, 3M ESPE y Estelite Sigma, Tokuyama), una resina compuesta con propiedades de liberación de flúor (Beautiful II, Shofu) y una resina compuesta autoadhesiva (Dyadflow, Kerr). Discos de acabado y pulido fueron utilizados de acuerdo con la recomendación del fabricante (Sof-Lex -3M ESPE). Las muestras fueron confeccionadas según la metodología a ser empleada y evaluadas después de 1 semana y 6 meses de almacenamiento (en agua y después de 30.000 ciclos de cepillado) para la rugosidad superficial y morfología de la superficie en MEB, excepto para la caracterización de las partículas de carga. Los resultados fueron tabulados y sometidos a análisis estadístico para la comparación de los resultados entre los grupos experimentales. Se concluyó que las resinas Z100 y Z350XT demostraron mejor manutención de la rugosidad superficial después de los 6 meses. Las partículas de resinas diferían entre sí en cuanto al tamaño, forma y composición.
- **NUNES DE SOUSA, BL (2012)** <sup>(20)</sup> en su estudio “Estudio comparativo de la rugosidad superficial de resinas compuestas sometidas a diferentes métodos de pulido”, el objetivo fue evaluar la rugosidad superficial de dos resinas compuestas de uso directo, sujetas a dos métodos de pulido distinta. Fueron preparados 18 dientes humanos con una cavidad en el tercio incisal y restaurados aleatoriamente con dos resinas compuestas

(Heliomolar, Ivoclar Vivadent Inc. - microparticulada; Enamel Plus HRi, Micerium S.p.A. – nanohíbrida). Cada especie de ambos grupos recibió uno de los tres tipos de tratamiento superficial: sin tratamiento (grupo control – matriz de poliéster), acabado y pulido con sistema Sof-Lex, acabado y pulido con sistema Enamel Plus SHINY. La rugosidad superficial fue determinada por rugosimetría. Para todos los materiales evaluados, las menores rugosidades fueron obtenidas con la utilización de la matriz de poliéster en el grupo control. El sistema de acabado y pulido Enamel Plus SHINY produjo rugosidades inferiores al sistema Sof-Lex. Además, ambos sistemas de pulido produjeron rugosidades significativamente más bajas cuando fueron utilizados sobre la resina compuesta Enamel Plus HRi comparativamente a su utilización del composite Heliomolar. Exceptuando el grupo control, los niveles de rugosidad más bajos fueron observados con la utilización del pulido con Enamel Plus SHINY en la resina ENamel Plus HRi.

- **TAPIA Y COLS. (2012)** <sup>(21)</sup> En el estudio “Rugosidad de resinas compuestas sometidas a diferentes métodos de acabado y pulido”, el objetivo de este estudio fue evaluar la rugosidad superficial de resinas compuestas sometidas a diferentes métodos de acabado y pulido. Fueron utilizados dos composites nanoparticulados (Filtek Supreme XT/3M ESPE y Filtek Z350/3M ESPE) y un microparticulado (Durafill/ Heraus Kulzer). Fueron confeccionados 48 cuerpos de prueba de cada composite (2mm de profundidad x 4 mm de diámetro), foto activándolos con sistema de luz halógena por 20 segundos contra una tira de poliéster. Después de 24 horas, fueron realizados los procedimientos de acabado y pulido (n=8): CO – tira de poliéster (control); OA – disco de óxido de aluminio; CVD – punta de diamante CVD acoplado en ultrasonido; CVD + OA; PD – punta diamantada de acabado extrafino y 6 PD + OA. La rugosidad media (Ra) fue evaluada con rugosímetro, utilizándose cut-off de 0,08  $\mu\text{m}$ . el análisis de varianza y el test de Tukey mostraron tendencia de menor rugosidad superficial observada para la resina microparticulada. El empleo de discos de OA y el uso de la tira de poliéster (control) fueron los métodos que llevaron a la obtención de superficies más lisas. Se

concluyó que la resina microparticulada presento mejor lisura y el acabado con PD o CVD debe ser utilizado en asociación con los métodos de pulido con discos de OA.

- **REIS Y COLS. (2013)** <sup>(22)</sup> en el estudio “Análisis del comportamiento superficial de resinas compuestas pulidas y no pulidas sometidas a envejecimiento artificial acelerado”, evaluaron la ocurrencia de cambios superficiales en materiales compuestos cuando se sometieron a un tratamiento superficial pulido y envejecimiento acelerado artificial. Los cambios se cuantificaron por análisis rugosimétricos y microscopía electrónica de barrido. Cinco resinas compuestas fueron utilizadas (Carisma, Herculite, TPH, Z-250 y Supremo), y cada hicieron 32 muestras se dividieron en cuatro grupos de ocho de acuerdo con el tratamiento superficial que recibieron, de la siguiente manera: pulido envejecido , pulido no envejecido, no pulido envejecidos y no pulidos ni envejecidos(control). Los especímenes tenían dimensiones de 9 mm de diámetro y 2 mm de altura y se obtuvieron a través de un molde de teflón. Para el pulido, se utilizó el sistema Sof-Lex Pop-On (3M) y el logro de envejecimiento artificial utilizado para el envejecimiento de la máquina artificial C-UV Comexim en el que se fija un ciclo de 192 horas, que corresponden a cinco años de edad. Analiza el microscopio electrónico de barrido fueron tomadas con magnificación de 250x, 500x, 1.000x y 2.000x. Las 120 muestras se sometieron a análisis por rugosimetría a través de tres lecturas paralelas sobre la superficie de cada muestra. Obtuvieron por medio de la prueba estadística de Kruskal Wallis, se mostró diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ), solamente entre las resinas compuestas del tipo TPH pulidas con o sin envejecimiento para la rugosidad superficial media. Los resultados permitieron concluir que en la rugosidad superficial solamente la resina TPH con pulido, mostro diferencias significantes cuando fue comparada envejecida y no envejecida y que todas las resinas compuestas presentan medidas menores de rugosidad superficial cuando fueron sometidas a pulido y mayores cuando fueron sometidas a envejecimiento artificial.
- **NAKAMA Y COLS (2013)** <sup>(23)</sup> en el estudio “Comparación in vitro del efecto del pulido en la morfología superficial de tres resinas compuestas”, el objetivo fue evaluar la

morfología de las superficies de tres resinas compuestas de restauración directa Filtek Z250 (3M), TetricCeram (Ivoclar-Vivadent) y Te Econom (Ivoclar –Vivadent) pulidas con el sistema de pulido Astropol (Ivoclar-Vivadent). Se evaluaron 15 muestras, cinco de cada resina compuesta las cuales fueron pulidas con el sistema Astropol® para posteriormente obtener las medidas con el microscopio confocal de superficie y tras procesar los datos con el programa ArRUGa 2.0 y utilizar los parámetros utilizados fueron el Ra, RMS, Skewness, Kurtosis, factor de Wenzel y dimensión fractal. Los resultados fueron analizados con las pruebas de ANOVA de una sola vía y de Sheffe con un nivel de confianza del 0.05, los cuales indicaron que había una diferencia estadísticamente significativa en los parámetros de rugosidad de las tres resinas. Se encontró que la superficie más lisa fue la obtenida utilizando la resina Z250 (3M) y el sistema de pulido Astropol®.

- **ALVES Y COLS. (2013)** <sup>(25)</sup> En el estudio “Rugosidad y microscopia de fuerza atómica de resinas compuestas sometidas a diferentes métodos de pulido” el objetivo del estudio fue evaluar la rugosidad y topografía de superficie de resinas compuestas sometidas a diferentes métodos de pulido. Fueron utilizadas 5 resinas (Filtek Z350, Master Fill, Venus, Charisma y Durafill VS) y se confeccionaron 90 cuerpos de prueba distribuidos en 6 grupos (n=15): SP: sin pulido; TB: puntas de caucho abrasiva; DL: disco de lija en tres granulaciones; FP: disco de fieltro con pasta diamantada; ECS: escobilla de carbato de silicio; PS: punta de silicona abrasiva. Luego del pulido, fueron realizados los análisis de rugosidad con rugosímetro y de la topografía de superficie con la microscopia de fuerza atómica. Los resultados fueron tabulados y analizados estadísticamente por los tests de Kruskal-Wallis, DUN y ANOVA. Las medidas variaban entre 0,01  $\mu\text{m}$  (Filtek Z350 – TB) y 0,27  $\mu\text{m}$  (Charisma – ECS). Se concluyó que para todas las resinas evaluadas el mejor método de pulido fue el fieltro con pasta diamantada (FP).
- **SIMONI COSTA C (2013)** <sup>(27)</sup> En el estudio “Evaluación cuantitativa y cualitativa de la rugosidad superficial de resinas compuestas con nanopartículas sometidas a diferentes métodos de pulido”, el objetivo fue evaluar *in vitro*, el efecto de dos diferentes sistemas

de pulido. Las muestras fueron confeccionadas con resina nanoparticulada Filtek Z 350 XT (3M ESPE) e nanohíbrida Tetric N Ceram (Ivoclar Vivadent). las muestras fueron confeccionadas en moldes cilíndricos midiendo 3 mm X 6 mm. Cada grupo fue compuesto por 20 muestras: 1) ZXT-Control (sin pulido); 2) TNC-Control (sin pulido); 3) ZXT+ Sof-Lex (secuencia naranja – fina e superfina); 4) ZXT+ Optrapol; 5) TNC+ Optrapol; 6) TNC+ Sof-Lex (secuencia naranja – fina e superfina). La rugosidad de superficie fue evaluada con rugosímetro (Ra), MEV e AFM. Para análisis das medias de rugosidad Ra ( $\mu\text{m}$ ), los datos fueron sometidos a los tests de normalidad de ANOVA, con nivel de significancia de 5 %. Al análisis cualitativo y cuantitativo mostraron que las resinas pulidas con Optrapol presentaran mayor rugosidad superficial y el pulido con Sof-Lex no mostró diferencia estadística entre las resinas evaluadas. La menor rugosidad fue obtenida con los grupos control, sin diferencia estadística entre las resinas. Se concluyó en el estudio que el Optrapol promueve mayor rugosidad en las resinas evaluadas, y ZXT presento mayor rugosidad. El pulido con Sof-Lex no mostró diferencias estadísticamente significantes entre las resinas evaluadas. La rugosidad superficial de las resinas fue menor con TNC, cuando comparado con Optrapol. La menor rugosidad de superficie obtenida fue por el grupo control.

- **BARRAZA GOMEZ AA (2013)** <sup>(28)</sup> En el estudio “Comparación de 3 sistemas de pulido en una resina de nanorelleno y su relación con la superficie del esmalte dental”, se tuvo como objetivo comparar tres sistemas de pulido en una resina de nanorelleno y su relación con la superficie del esmalte dental, el sistema nervioso central interpreta como desagradable las irregularidades de  $15\mu\text{m}$  por lo que buscamos un sistema de pulido que se acerque al índice optimo o mínimo de rugosidad, los sistemas de pulido evaluados fueron Sof-Lex de la compañía 3M®, Optra Pol y Astrobrush de la compañía Ivoclar® de Vivadent y Jiffy Hishine de la compañía de Ultradent®. Los resultados fueron obtenidos a través del Sistema de Microscopia Confocal LSM 700 con la cual se obtuvo el índice de rugosidad en  $\mu\text{m}$ , se fabricaron 21 moldes en acero inoxidable para conformar los especímenes con las dimensiones de 8mm de diámetro y 5mm de



profundidad, se obturaron con una resina de nanorelleno Tetric Evoceram Ivoclar® Vivadent. El índice de rugosidad obtenido fue Soflex de 3M® de 13.95µm, el de Optra Pol y Astrobrush de Ivoclar® de 13.45µm y el Jiffy Hishine de Ultradent® es de 8.05µm; El manejo de base de datos se utilizó Microsoft Excel 2010 y para estadística descriptiva se realizó con IBM STATISTICS 19, encontrando diferencias estadísticas entre el grupo de Ultradent® y los grupos de Ivoclar® y 3M®. Entre los grupos de Ivoclar® y 3M® no hubo diferencia estadística su valores fueron de 13.95µm en 3M® y en Ivoclar® el valor fue de 13.45µm mientras que en el grupo de Ultradent su valor fue de 8.01µm teniendo diferencia estadística significativa.

- **FUKUHARA M; QUINTANA M Y AGUILAR J (2013)** <sup>(29)</sup> En el estudio “Comparación in vitro del efecto del pulido en la morfología superficial de tres resinas compuestas”, se tuvo como objetivo evaluar la morfología de las superficie de tres resinas compuestas de restauración directa Filtek Z 250 (3M), Tetric Ceram (Ivoclar-Vivadent) y Te Econom (Ivoclar-Vivadent) pulidas con el sistema de pulido Astropol (Ivoclar-Vivadent). Se evaluaron 15 especímenes, cinco de cada resina compuesta las cuales fueron pulidas con el sistema Astropol® para posteriormente obtener las medidas con el microscopio confocal de superficie y tras procesar los datos con el programa ArRUGa 2.0 y utilizar los parámetros utilizados fueron el Ra, RMS, Skewness, Kurtosis, factor de Wenzel y dimensión fractal. Los resultados fueron analizados con las pruebas de ANOVA de una sola vía y de Sheffe con un nivel de confianza del 0.05, los cuales indicaron que había una diferencia estadísticamente significativa en los parámetros de rugosidad de las tres resinas. En el estudio se encontró que la superficie más lisa fue la obtenida utilizando la resina Z-250-3M y el sistema de pulido Astropol-IvoclarVivadent. Se concluye que la utilización de los parámetros de rugosidad de forma y un instrumento como el microscopio confocal nos da mayor información del comportamiento de las rugosidades.
- **ACATAUASSÚ PM; FERREIRA SS; PITA MA Y TURBINO ML (2013)** <sup>(24)</sup> En el estudio “Lisura superficial de resinas compuestas con nanopartículas después de protocolos de acabado y pulido”, el objetivo de este estudio fue evaluar la lisura de superficie de tres

resinas compuestas por nanopartículas, después de ser sometidas a tres diferentes sistemas de acabado y pulido. Fueron obtenidos 40 cuerpos de prueba de cada resina (Filtek Z350 XT, Premise e Charisma Diamond) y distribuidos en cuatro grupos experimentales (n=10): C (control) - sin tratamiento; SOF – Discos abrasivos Sof-Lex; ENH - Puntas siliconadas Enhance e F/FF - Puntas diamantadas de granulación fina/extra-fina + disco de fieltro e pasta diamantada. Después de 24h de la confección e almacenamiento, los sistemas de acabado y pulido fueron aplicados. La lisura superficial fue evaluada utilizando un rugosímetro, siendo realizadas cinco lecturas en cada cuerpo de prueba. La media de los valores de rugosidad de superficie ( $\mu\text{m}$ ) obtenidos fue analizada a través de ANOVA, de dos factores, seguido del test de Tukey, con significancia de 1 %. Para todas las resinas evaluadas, hubo diferencia estadística entre los sistemas de acabado y pulido ( $p < 0.01$ ). Para la resina Charisma, los valores de rugosidad fueron: C - 0,10a; SOF - 0,24b; ENH - 0,23b; F/FF - 0,32c. Para Premisa: C - 0,12a; SOF - 0,16ab; ENH - 0,22b; F/FF - 0,30c. Para Filtek: C - 0,08a; SOF - 0,14ab; ENH - 0,20bc; F/FF - 0,26c. En el grupo control fueron obtenidos los mejores resultados de lisura de superficie para todas las resinas evaluadas. En relación a los tratamientos, los grupos SOF e ENH promovieron las mejores lisuras de superficie, en tanto que el grupo F/FF resultó en superficies con mayores rugosidades.

- **VIEIRA Y COLS. (2014)** <sup>(30)</sup> En el estudio “Evaluación de la rugosidad superficial de diferentes resinas compuestas después de la realización del acabado y pulido”, se evaluó la rugosidad superficial de diferentes tipos de resina composta, microparticulada e nanoparticulada, después de la realización del acabado y pulido final. Fueron utilizadas la resina composta microparticulada *Durafill* VS (Heraeus-Kulzer) y las resinas nanoparticuladas *Filtek Z350 XT* (3M-ESPE®), *Opallis* (FGM®) e *IPS Empress Direct* (Ivoclar Vivadent®). Con esas, fueron confeccionados 14 cuerpos de prueba de cada resina composta, sometidos a los mismos procedimientos de acabado y pulido, siguiendo las siguientes etapas: desgaste con punta diamantada 2135 F (KG Sorensen®), pulido con la secuencia de cauchos abrasivos (Ivoclar Vivadent®) y discos

de fieltro con pasta diamantada. Cada espécimen fue sometido a la lectura en rugosímetro para determinación de la rugosidad superficial. Los datos obtenidos fueron sometidos al análisis de varianza (ANOVA) y teste de Tukey, con nivel de significancia de 5 %. No hubo diferencia significativa entre las rugosidades superficiales de los materiales restauradores evaluados y el sistema de pulido utilizado fue eficaz en el aumento de la lisura superficial.

- **ALVES DA COSTA, GIOVANNA (2014)** <sup>(31)</sup> En su estudio “Rugosidad superficial y adhesión bacteriana en resinas con nanopartículas después del acabado y pulido”, tuvo como objetivo evaluar in vitro la rugosidad superficial y la adhesión bacteriana de resinas compuestas nanoparticuladas, después de ser sometidas a diferentes sistemas de acabado y pulido. Fueron confeccionados 66 cuerpos de prueba, siendo 30 con resina Filtek Z350 XT (3M ESPE, USA) y 30 con la resina IPS Empress Direct (Ivoclar Vivadent, USA), distribuidos en 6 grupos (n=10). Seis cuerpos de prueba fueron hechos para el análisis en microscopio electrónico de barradura (MEB). Cada tipo de resina fue sometido a los sistemas de acabado y pulido: discos Sof-Lex Pop-On (3M ESPE, USA) y sistema Astropol (Ivoclar Vivadent, USA). El grupo control no fue sometido a ningún tipo de acabado ni pulido. La rugosidad media (Ra) en ambos grupos fue medida a través de un rugosímetro en la configuración de 0,25 mm (cut off) y las imágenes de la superficie obtenidas con foto microfotografías captadas por un microscopio electrónico de barrido (MEB) . La adhesión bacteriana fue evaluada por medio de la determinación de la densidad (DO) de la suspensión de células adheridas a través del espectrofotómetro a 570 nm. Los resultados fueron sometidos a análisis de varianza ANOVA a dos factores y al test de Tukey. Se encontró diferencias significativas entre los grupos en cuanto a rugosidad y a la adhesión bacteriana. Para la resina Filtek Z350 XT hubo diferencias entre los sistemas de acabado y pulido evaluados, donde el sistema que presento menor rugosidad superficial fue Sof-Lex Pop-On. Para la resina IPS Empress Direct, el sistema de acabado y pulido Astropol, obtuvo menores resultados de rugosidad superficial. Además de eso, se verifico una correlación positiva entre la

rugosidad superficial y la adhesión bacteriana en las superficies pulidas ( $r=0,612$ ). Se concluye en el estudio que la rugosidad superficial y la adhesión bacteriana están estrechamente relacionadas. El sistema de acabado y pulido Sof-Lex Pop-On está más indicado para la resina nanoparticulada Filtek Z350 XT y el sistema de acabado y pulido Astropol para la resina nanohíbrida IPS Empress Direct.

- **CHON GAMERO KA (2015)** <sup>(26)</sup> en el estudio “Rugosidad de una resina compuesta manipulada con pincel luego de emplear dos sistemas de pulido. Estudio *in vitro*” el objetivo fue comparar la rugosidad de una resina compuesta después de emplear los sistemas de pulido de cauchos (Jotta) y discos abrasivos Sof-Lex (3M) en discos de resina pincelados con y sin humectante (Wetting Resin Ultradent). La muestra incluyó 40 discos de resina compuesta divididos en 4 grupos de 10 cada uno: G1: S (Sof-Lex 3M), G2: SH (Sof-Lex 3M + Wetting Resin Ultradent), G3: J (cauchos Jotta) y G4: JH (cauchos Jotta + Wetting Resin Ultradent). Posteriormente se realizó el pulido y luego se evaluó la rugosidad superficial de los mismos mediante un rugosímetro (Mitutoyo). Se utilizó la prueba de Kruskal-wallis y se trabajó a un nivel de significancia de 0.05. Se obtuvo como resultados la rugosidad en los 4 grupos no presentó diferencia estadísticamente significativa ( $p=0.332$ ) y los valores promedio para los diferentes grupos fueron G1:  $0.27 \mu\text{m}$  y  $\pm 0.16\mu\text{m}$ , G2:  $0.27 \mu\text{m}$   $\pm 0.20\mu\text{m}$ , G3:  $0.26 \mu\text{m}$   $\pm 0.22\mu\text{m}$  y G4:  $0.36 \mu\text{m}$   $\pm 0.19\mu\text{m}$ . Se concluyó que la presencia del agente humectante no afecta la rugosidad de la resina compuesta y ambos sistemas de pulido clínicamente son eficientes.
- **BRANDT C; BARCELLOS J; LACALLE M; ODA M (2015)** <sup>(32)</sup> En su estudio “Rugosidad superficial de diferentes resinas compuestas comparando sistemas de acabado y pulido y posterior a profilaxis con jato de bicarbonato – estudio *in vitro*”, tuvo como objetivo evaluar la superficie de tres resinas compuestas sometidas a tratamientos de pulido y jato de bicarbonato. Las alteraciones fueron evaluadas por análisis de rugosimetría. Fueron analizadas tres resinas compuestas, de diferentes tamaños de partículas - nanohíbrida (Z350 XT- 3M ESPE), microhíbrida (Z250 - 3M ESPE) e microparticulada

(Durafill - Heraeus Kulzer). Para cada resina fueron confeccionados quince cuerpos de prueba aleatoriamente divididos en 3 grupos: pulido con puntas de silicona (Enhance+PoGo - Dentsply), puntas de caucho (Astropol – Ivoclar Vivadent) e discos flexibles (Sof-Lex – 3M ESPE). La rugosidad de las muestras fue analizada por medio del Rugosímetro (Mitutoyo SJ- 201P- Tóquio- Japan). La medición de la rugosidad fue realizada antes y después del pulido. En seguida, cada grupo fue sometido al termociclaje y al chorro de bicarbonato, cuando fue realizada a última lectura de la rugosidad. El análisis de variancia mostró haber diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0,05$ ) entre las resinas ( $p = 0,0008$ ), entre los pulidores ( $p = 0,0001$ ), y en la interacción entre resina y el pulido ( $p = 0,007$ ), por tanto entre los momentos no hubo diferencia estadísticamente significativa ( $p = 0,305$ ). Dentro de las resinas evaluadas, la que presento mayor grado de rugosidad fue a microparticulada (Durafill - Heraeus Kulzer), y el sistema de pulido que mostro menor eficiencia fue el sistema que utiliza puntas de caucho (Astropol – Ivoclar Vivadent).

- **CRUZ Y COLS. (2016)** <sup>(33)</sup> En el estudio “Análisis de la rugosidad de superficie y de la micro dureza de 6 resinas compuestas”, el objetivo fue caracterizar y comparar las resinas compuestas dentina y esmalte de 3 marcas comerciales (XRV Herculite®, Herculite®XRV Ultra y Enamel Plus HRi®) a través del análisis de la micro dureza y rugosidad de superficie. Fueron preparados 60 ( $n = 10$ ) discos de resina, utilizando un molde de silicona, para el análisis en rugosímetro. Se prepararon también 72 discos, utilizando un molde de plástico. Estos 60 fueron sometidos a análisis de micro dureza ( $n = 10$ ) y 12 fueron analizados en el microscopio de fuerza atómica (AFM) ( $n = 2$ ). Las muestras para análisis de superficie fueron sometidos a pulido, con sistema Jiffy® Polisher en una secuencia de tres cauchos, durante 90 segundos cada muestra. Para el análisis de la microdureza se efectuó el test de Knoop. El análisis de superficie fue realizada con un rugosímetro y un AFM. Los datos, exceptuando los de AFM, fueron sometidos a un test ANOVA con  $p \leq 0,05$ . Se obtuvieron como resultados en el análisis de la micro dureza, no se verificaron diferencias estadísticamente significativas ( $p >$

0,05) entre el Enamel Plus Hri®dentina y el XRV Herculite®dentina. En los valores de rugosidad, no se observan diferencias estadísticamente significativas ( $p > 0,05$ ). Se concluye que el Enamel Plus Hri® presento una micro dureza superior a los restantes. Todas las resinas compuestas presentan valores de rugosidad superiores a los valores citados en la literatura como ideales.

- **DE OLIVERA CORREIA AM (2016)** <sup>(34)</sup> En el estudio “Evaluación de la influencia del sistema de pulido en la topografía superficial de diferentes resinas compuestas”, el objetivo fue evaluar la influencia de dos diferentes sistemas de pulido (Diamond Pro, FGM; Jiffy® Polishers, Ultradent Products) en la rugosidad superficial de tres resinas compuestas: nanoparticulada (Filtek™ Z350 XT, 3M/ESPE), nanohíbrida (IPS Empress Direct, Ivoclar Vivadent Ltda) e microhíbrida (Vitaescence®, Ultradent Products). Cincuenta y cuatro muestras fueron confeccionadas en una matriz metálica (10 mm x 2 mm) y polimerizadas contra una tira de poliéster. En seguida, las muestras fueron identificadas y distribuidas aleatoriamente en seis grupos ( $n=9$ ) de acuerdo con la resina compuesta y el sistema de pulido a ser utilizado. Para cada muestra, la rugosidad superficial fue agrupada en E0 (*vaselina* - tira de poliéster), E1 (puntas diamantadas), E2DP (Diamond Pro) o E2JP (Jiffy® Polishers) por medio de un rugosímetro Mitutoyo SJ-410. Los datos encontrados fueron recolectados y analizados en software IBM SPSS Statistics, versión 21. Para caracterización de la superficie, una muestra de cada grupo fue analizada en microscopio de fuerza atómica (MFA), modelo Agilent 5500. Posteriormente, el test T Pareado ( $p < 0,05$ ), no hubo diferencia significativa entre los valores de rugosidad obtenidos en E0 y E2DP para las resinas compuestas nanoparticulada ( $p=0,463$ ) y nanohíbrida ( $p=0,423$ ). Para la resina compuesta microhíbrida, la utilización de ambos sistemas de pulido provocan superficies significativamente más rugosas que en el E0. Las observaciones de MFA confirmaron que la rugosidad de la superficie está relacionada con la morfología de la partícula. Concluyéndose que la rugosidad de la superficie fue afectada por el tipo de resina y el

sistema de pulido, considerando el sistema de pulido JP mostrar valores superiores a los 0,2  $\mu\text{m}$ .

- **LAI TSAI, PI-SHAN (2016)** <sup>(35)</sup> En su estudio “Comparación de la rugosidad superficial de restauraciones de resina nanorelleno (filtek Z350) según las diferentes técnicas de pulido: estudio in vitro”, en el cual se tuvo como objetivo determinar la efectividad de diferentes técnicas de pulido sobre la rugosidad superficial de resina nanorelleno (Filtek Z350). Fue un estudio experimental in vitro, transversal y analítico, cuyas muestras estuvo constituida por 50 cilindros de resina nanorelleno (Filtek Z350). Se clasificaron en 10 grupos de estudio; un grupo control y 9 grupos tratados: Sof-Lex, KENDA C.G.I., Fresas de Pulido, Astrobrush, Permaseal, Sof-Lex + KENDA C.G.I, Sof-Lex + Astrobrush, KENDA + Astrobrush y Sof-Lex + KENDA C.G.I + Astrobrush. Se evaluó la rugosidad superficial de cada muestra 5 veces con el rugosímetro SURFTEST- III, Mitutoyo. Para el análisis de los datos, se utilizó un software estadístico SPSS v.24, evaluando la eficacia de pulido de los distintos sistemas, mediante técnicas de análisis descriptivos e inferenciales, con uso de T-Student para evaluación de diferencias de medias de las distintas muestras vs grupo control. Finalmente, se construyó una matriz con los distintos valores medios de las rugosidades superficiales obtenidas. Al finalizar el estudio se pudo determinar que el sistema menos eficaz de pulido correspondió al grupo de fresas (0.99  $\mu\text{m}$ ) y el mejor sistema correspondió a los discos Sof-Lex (0.44  $\mu\text{m}$ ). El grupo Sof-Lex + Astrobrush, como combinación de sistemas de pulido, resultó el de menor rugosidad superficial (0.18  $\mu\text{m}$ ).

## **3.2. BASES TEÓRICAS**

### **3.2.1. RESINA COMPUESTA**

Las primeras resinas contenían polimetil metacrilato (PMMA), que no conseguía unirse adecuadamente a las partículas de carga causando deficiencias estructurales y la desintegración del material.

Bowen (1962)<sup>(2)</sup> produjo un nuevo tipo de resina compuesta al elaborar el monómero bis-GMA (bisfenol-A glicidilmetacrilato) y el agente de unión, un silano orgánico capaz de unirse de modo eficaz a las partículas. De ese modo, la resina compuesta pasó a presentar en su composición tres componentes principales: matriz orgánica, partículas inorgánicas y el agente de unión.

La matriz orgánica presenta el bis-GMA como monómero base en la mayoría de las resinas compuestas hasta el momento. También es posible usar, como alternativa, otros monómeros como el UDMA o sus modificaciones químicas. El UDMA aumenta la resistencia mecánica de la resina, por lo que puede generar modificaciones de color; para evitar ese efecto indeseable, hoy en día existe un límite para la adición de este monómero en la composición de las resinas compuestas.

El peso molecular alto de los monómeros que confiere a la resina compuesta propiedades que reducen los efectos indeseables de la contracción de polimerización, lo que preserva la interface de unión con el sustrato y reduce la formación de grietas marginales. Otra característica de estos monómeros es su alta viscosidad, que dificulta su manipulación y aplicación clínica. Para atenuar el tener de viscosidad fue necesario introducir monómeros diluyentes de bajo peso molecular y baja viscosidad, como el MMA o EDMA o el TEGDMA que son los llamados diluyentes.

Se han desarrollado monómeros alternativos al bis-GMA con la intención de perfeccionar las propiedades de las resinas compuestas. Esta nueva composición, denominada bis-



EMA, presenta mayor peso molecular que sus antecesoras. La ausencia del grupo hidroxilo permite el deslizamiento entre sus moléculas, lo que confiere menor viscosidad al material y, por consiguiente, necesita de cantidades inferiores de monómeros diluyentes. Estas características reducen la contracción de polimerización y de absorción de agua, proporcionando mayor estabilidad frente a las adversidades del medio bucal.<sup>(36)</sup>

Junto con los monómeros resinosos en la matriz orgánica, hay sistemas activadores e iniciadores que desencadenan la polimerización de la resina compuesta. Las moléculas que componen estos sistemas son específicas y varían según el tipo de reacción de polimerización que puede ser activada químicamente o por medio de luz visible.

En los últimos 50 años, la composición de las resinas compuestas o composites ha evolucionado significativamente estando estas constituidas por una fase orgánica (matriz de resina), una fase cerámica (rellenos inorgánicos) y una fase de acoplamiento o agente de unión bifuncional, además de otros componentes como sistemas aceleradores-iniciadores que permiten el inicio y polimerización del material, estabilizadores-inhibidores que controlan la polimerización y también pigmentos para otorgar la translucidez y sombra adecuada del material. Estas fases han sido modificadas con distintos materiales a través del tiempo mejorando las propiedades mecánicas, ópticas, de pulido, y de adaptación y selladas marginales entre otros de la restauración.

### **Fase Orgánica (Matriz de Resina)**

Está constituida por monómeros orgánicos, fotoiniciadores, coiniciadores, inhibidores y estabilizadores de la polimerización, absorbentes de luz ultravioleta y una pequeña cantidad de componentes adicionales que varían dependiendo del fabricante. Aproximadamente el 90% de las resinas compuestas actuales utilizan el monómero bis-GMA (bisfenol-A-glycidil dimetacrilato) en combinación con el UDMA (Uretano dimetacrilato) como su matriz orgánica. Existen también otros monómeros utilizados que poseen menor peso molecular dentro de los cuales encontramos;

TEGDMA (Trietilenglicol dimetacrilato), el Bis-EMA (Bis-fenol A Etoxilado metacrilato) o el bis-MA (Dimetacrilato de Bisfenol A). Estos monómeros constituyen la columna vertebral de la matriz de resina.

El dimetacrilato bis-GMA, que resulta de la reacción entre el bisphenol-A y el glicidil dimetacrilato, y el UDMA (Uretano dimetacrilato) poseen un alto peso molecular, otorgándole a la resina compuesta una alta viscosidad debido a la presencia de fuertes enlaces puente de hidrógeno intermoleculares, lo cual, si bien provee menor contracción de polimerización y mejores propiedades mecánicas, dificulta su manipulación <sup>(43, 44)</sup>. Para disminuir la viscosidad del material y a su vez mejorar su manipulación, ha sido necesario agregar monómeros diluyentes de menor peso molecular como el TEGDMA (Trietilenglicol dimetacrilato), el cual es utilizado en una relación óptima de 1:1 con bis-GMA o UDMA permitiendo obtener una resina más fluida a la cual se le puede agregar la mayor cantidad de relleno inorgánico posible. Es importante recalcar que cuanto más bajo sea el peso molecular promedio del monómero o de su mezcla, mayor será el porcentaje de contracción volumétrica. <sup>(38)</sup>

### **Fase cerámica (Relleno inorgánico)**

Está integrada por un material de relleno inorgánico el cual, está constituido fundamentalmente por polvos finos de dióxido de silicio, boro silicatos y aluminosilicatos de litio, aluminio, cuarzo, bario, estroncio y circonio, entre otros. Estas partículas de relleno permiten mejorar las propiedades físico-mecánicas del composite; como son la dureza superficial, resistencia al desgaste, reducción de la contracción de polimerización, reducción de la expansión y contracción térmica, disminución de la absorción de agua, menor reblandecimiento y tinción, aumento de la radiopacidad y de la sensibilidad diagnóstica, es por esto que la incorporación del mayor porcentaje posible de relleno es un objetivo fundamental a conseguir en

el material ya que la mejoría de dichas propiedades se encuentra en directa relación con la cantidad de relleno. A su vez, uno de los propósitos del relleno inorgánico es reforzar la resina compuesta y reducir el porcentaje de matriz orgánica lo más posible ya que es ésta la que genera la contracción volumétrica durante la polimerización del material. <sup>(39)</sup>

**Agente de enlace:** Dado que la fase cerámica y la fase orgánica no poseen afinidad química, es necesario un agente de unión para unirlos. El agente de unión más utilizado en las resinas compuestas es el gama-metacriloxypropil-trietoxisilano ( $\gamma$ -MPTS), molécula bifuncional que por un extremo se une a los grupos hidroxilo de las partículas de sílice y por su otro extremo a los grupos metacrilatos de los monómeros de la matriz copolimerizando con ellos y permitiendo la formación de un fuerte enlace covalente entre las partículas de relleno inorgánico y la matriz orgánica.

**Sistema activador-iniciador.** Los monómeros de monometacrilato o dimetacrilato polimerizan por adición mediante mecanismos iniciados por radicales libres; éstos se pueden generar por una activación química o por energía de activación externa (calor, luz o microondas).

**Sistemas Inhibidores y estabilizadores.** El Hidroxitolueno butilado (HTB) es un inhibidor comúnmente utilizado en las resinas compuestas. Este inhibidor minimiza o previene la polimerización accidental o espontánea de los monómeros al captar los radicales libres antes de que éstos inicien la reacción de polimerización.

**Modificadores ópticos.** Corresponden a distintos tipos de pigmentos que son utilizados en las resinas compuestas para otorgarles propiedades ópticas (tono y translucidez) similares a la estructura dentaria. Estos pigmentos se obtienen utilizando cantidades minúsculas de partículas de óxidos metálicos.

### **3.2.1.1. Clasificación de las Resinas compuestas**

Conociendo la composición básica de las resinas compuestas y la función de cada uno de sus componentes, podemos clasificarlas con el fin de facilitar al clínico su identificación y posterior uso terapéutico. De esta forma podemos clasificar a los composites de acuerdo con el tamaño de sus partículas de relleno en la fase cerámica de la siguiente manera:

#### **a) Resinas compuestas tradicionales o de macrorelleno**

Fueron usualmente formuladas con cuarzo. El promedio de sus partículas de relleno fluctuaba entre 10-20  $\mu\text{m}$  pero llegaba a presentar partículas de hasta 100  $\mu\text{m}$ . Este material fue uno de los que primero apareció en el mercado pero su uso fue en decadencia ya que pese a que presentaba buenas propiedades mecánicas, tenía una muy baja resistencia al desgaste y pobres propiedades estéticas dada su gran rugosidad superficial y difícil pulido por lo que tendían a pigmentarse.<sup>(40,41)</sup>

#### **b) Resinas compuestas microrrelleno**

Se incorporaron al mercado con el objetivo de solucionar los problemas estéticos de las resinas de macrorelleno. Sus partículas de relleno corresponden a sílice coloidal con un 50% de carga en peso. Presentaban un tamaño de partícula promedio de 0,04  $\mu\text{m}$  con un rango que va desde 0,01 – 0,05  $\mu\text{m}$ . Dado que presentaba una baja carga de relleno inorgánico, tenían propiedades mecánicas bajas por lo que no se podían usar en lugares de gran requerimiento mecánico por ejemplo, caras oclusales del sector posterior. Sin embargo, eran resinas altamente estéticas ya que lograban una excelente superficie pulida.<sup>(40,41)</sup>

#### **c) Resinas compuestas híbridas**

Estas resinas se incorporaron al mercado con el fin de combinar las propiedades físicas y mecánicas de los sistemas de partículas de macrorelleno y la capacidad de pulido de los sistemas de microrelleno, logrando resultados intermedios entre

ambos sistemas. Presentan partículas de relleno de diferentes tamaños (15 – 20  $\mu\text{m}$  y 0,01– 0,05  $\mu\text{m}$ ) con un promedio de tamaño superior al micrón. <sup>(40,41)</sup>

#### **d) Resinas compuestas microhíbridas**

Corresponden a una evolución de las anteriores y se diseñaron con el objetivo de mejorar aún más las propiedades estéticas del material, y a su vez preservar las propiedades mecánicas. Presentan partículas de relleno de un promedio de tamaño menor a un 1  $\mu\text{m}$  con un rango de 0,4-0,9  $\mu\text{m}$  según la marca comercial del producto. Estas partículas permiten una superficie satisfactoriamente pulida, buena resistencia mecánica y textura superficial, lo que permite su uso tanto en piezas dentarias anteriores y posteriores. <sup>(40,41)</sup>

#### **e) Resinas compuestas de nanorrelleno**

Contienen como relleno inorgánico partículas esferoidales de nanorrelleno de Estroncio vítreo de un tamaño promedio entre 5nm y 100nm. Esto permite que las partículas de relleno sean agregadas en altas concentraciones, lo que favorece al mejor pulido y acabado de la restauración y a su vez para obtener propiedades mecánicas lo suficientemente buenas como para poder utilizar el material tanto en el sector anterior como posterior. Sin embargo, hay que señalar el hecho de que al ser partículas tan pequeñas no interfieren el paso de la luz, por lo que se deben acompañar de partículas de mayor tamaño (0,6  $\mu\text{m}$  promedio) para mejorar su comportamiento óptico. <sup>(40)</sup>

#### **f) Resinas compuestas nanohíbridas**

Como su nombre lo dice, son resinas compuestas híbridas que presentan nanopartículas de circonio/sílice o nano sílice de un tamaño promedio entre 5nm y 100nm aproximadamente. Además, se les agrega partículas de mayor tamaño (0,6  $\mu\text{m}$  a 1  $\mu\text{m}$ ) para darle mejores propiedades al material tales como: reducida

contracción de polimerización, gran resistencia mecánica, comportamiento óptico adecuado, buena capacidad de pulido y una estética mejorada. <sup>(40)</sup>

### **3.2.1.2. Resina Tetric N Ceram Bulk Fill®**

Esta resina reduce en gran medida los esfuerzos a la hora de crear restauraciones posteriores. Puede ser colocado en capas de 4 mm, eliminando la necesidad de colocar varias capas que van siendo polimerizadas: colocar, modelar y fotopolimerizar durante 10 segundos (intensidad de luz  $> 1,000 \text{ mW/cm}^2$ ): Al poder ser aplicado en capas de 4 mm, la resina ahorra al odontólogo valioso tiempo. Su aplicación, contorneado, modelado y polimerización se realizan hasta un 60 % más rápido que con composites convencionales de 2 mm.

Normalmente, para modelar y contornear incrementos monolíticos de 4 mm se requiere más tiempo, especialmente si se reconstruyen cúspides. La consistencia adecuada y compactable facilita la colocación y el modelado, asegurando una adaptación excepcional a las paredes de la cavidad. Además gracias a la equilibrada composición del relleno, las restauraciones realizadas son pulidas rápida y fácilmente. Una resina compuesta que vaya a ser utilizado con la técnica bulk de capas de 4 mm ha de tener una baja contracción volumétrica para evitar filtraciones marginales. Por ello, se han integrado unos mitigadores de estrés en la composición del relleno. Gracias a su bajo módulo de elasticidad, actúan como muelles microscópicos durante el proceso de polimerización, lo que reduce el estrés de contracción. Esto permite que esta resina otorgue un óptimo sellado marginal.

El fotoiniciador patentado, Ivocerin®, incorporado en el sistema fotoiniciador de esta resina, permite que capas de 4mm sean polimerizadas por completo en tan solo 10 segundos. El Ivocerin es un potenciador que proporciona más reactividad a las luces de polimerización que la conforquinona o la lucerina. Además, la translucidez y el color no se ven comprometidas, como suele ocurrir con otras resinas

compuestas para la técnica bulk-fill que contienen solo los iniciadores convencionales. El altamente reactivo Ivocerin permite que la translucidez del material se establezca a un nivel del 15 %, valor similar al esmalte natural. La matriz monomérica está compuesta por dimetacrilatos (19-21 % en peso). El contenido total de relleno inorgánico es 75-77 % en peso o 53-55 % en volumen. Los rellenos consisten de vidrio de bario, prepolímero, trifloruro de iterbio y óxido mixto. También contiene aditivos, catalizadores, estabilizadores y pigmentos (<1,0 % en peso). El tamaño de partícula del relleno inorgánico oscila entre 0.04 y 3 µm. El tamaño medio de partícula es de 0.6 µm.<sup>(36)</sup>

#### Ventajas:

- La obturación Bulk Fill es posible gracias al Ivocerin, la foto iniciadora patentada.
- Tecnología de obturación especial que asegura un nivel muy bajo del estrés de contracción.
- Resultados estéticos que se logran rápida y eficazmente en la región posterior.

#### Indicaciones:

- Restauraciones de dientes temporales.
- Restauraciones en la región posterior (clase I y II).
- Restauraciones clase V (caries cervicales, erosión en la raíz, defectos marginales).
- Resina preventiva en restauraciones molares y premolares.

Presentación: Jeringas de 3.5 gr de colores IVA, IVB y IVW.

### 3.2.2. RUGOSIDAD SUPERFICIAL

La mayor o menor rugosidad de una superficie depende de su acabado superficial. Este, permite definir la micro geometría de las superficies para hacerlas válidas para la función para la que hayan sido realizadas. Es un proceso que, en general, habrá que realizar para corregir los errores de forma y las ondulaciones que pudiesen presentar las distintas superficies durante su proceso de fabricación (fundición, forja, laminación, etc.).

En el Sistema Internacional la unidad de rugosidad es el micrómetro o micra ( $1\text{micra} = 1\text{ }\mu\text{m} = 0,000001\text{ m} = 0,001\text{ mm}$ ), mientras que en el sistema anglosajón se utiliza la micropulgada ( $\mu''$ ). Esta medida se indica en los planos constructivos de las piezas mediante signos y valores numéricos, de acuerdo a las normas de calidad existentes, que varían entre países.

Para medir la rugosidad de las piezas se utilizan instrumentos electrónicos llamados rugosímetros, que miden la profundidad de la rugosidad media ( $R_z$ ) y el valor de la rugosidad media ( $R_a$ ) expresada en micras y muestran la lectura de la medida en una pantalla o en un documento gráfico.<sup>(43)</sup>

#### ➤ **Técnicas y métodos para medir la rugosidad**

El método más usado en la industria para cuantificar la rugosidad se basa en el registro de perfiles de alturas mediante un rugosímetro o perfilómetro. El tratamiento estadístico de los datos permite determinar parámetros como la rugosidad rms ( $R_{rms}$ ) y la rugosidad promedio ( $R_a$ ).<sup>(44)</sup>

#### ➤ **Rugosímetro**

El rugosímetro o perfilómetro es por mucho el equipo más utilizado en la industria en general para medir la rugosidad de componentes comunes de ingeniería. El principio de operación de este equipo es simple: una fina punta en contacto con la superficie a analizar realiza un barrido controlado en línea recta y las variaciones de alturas se convierten en señales eléctricas y se registran o grafican.



Un parámetro muy importante de estos equipos es la forma y el radio de la punta, ya que esta influye de forma importante en la resolución lateral de las mediciones. Típicamente se utilizan puntas con radios de algunos micrómetros, 2  $\mu\text{m}$  es un valor común. Aunque la resolución vertical es generalmente menor que el radio de las puntas, no pueden detectarse con alta precisión valores de rugosidad menores al radio de la punta. En general, una punta burda o desgastada resulta en valores de rugosidad más bajos que los obtenidos usando puntas finas. Típicamente un perfilómetro permite longitudes de muestreo de hasta algunos centímetros con resolución micrométrica. <sup>(44)</sup>

### ➤ **Parámetros de rugosidad**

En general los parámetros utilizados para cuantificar la rugosidad pueden interpretarse como parámetros propios de la distribución estadística de alturas del perfil o superficie bajo análisis. <sup>(42)</sup>

Antes de discutir los parámetros de rugosidad es conveniente distinguir entre la rugosidad propiamente dicha y otros componentes de la textura o morfología como la ondulación (waviness), la curvatura y la inclinación o tendencia (trend). Los parámetros de rugosidad más usados en ingeniería son la rugosidad promedio, ( $R_a$ ) y la rugosidad rms ( $R_{rms}$ ).  $R_a$  es el promedio aritmético de los valores absolutos de las alturas  $y(x)$  medidas a partir de la línea central. Matemáticamente  $R_a$  se define como:

$$R_a = \frac{1}{L} \int_0^L |y(x)| dx$$

Dónde L es la longitud de muestreo.

## **3.2.3. SISTEMAS DE PULIDO**

### **3.2.3.1. Sistema de pulido Politip® - Astrobrush® (Ivoclar Vivadent)**

Politip® es un efectivo sistema de pulido de alta calidad de dos pasos para el acabado y pulido de restauraciones de composites y amalgamas. Los pulidores del

sistema Politip® están disponibles en las siguientes tres formas: llama, copa pequeña y copa grande. <sup>(45)</sup>

### **Composición**

Los pulidores se componen de goma de silicona, partículas de carburo de silicio y óxido de titanio. Los vástagos están fabricados de acero inoxidable.

### **Indicaciones**

Politip está indicado para el acabado y pulido de restauraciones realizadas con composite y amalgamas.

### **Aplicación**

– 1<sup>er</sup> paso: acabado con Politip F (grises)

Con Politip F, se eliminan los excesos de material de la restauración y se alisan las superficies rugosas

– 2<sup>do</sup> paso: pulido con Politip P (verdes)

Con Politip P la restauración puede pulirse hasta un acabado a alto-brillo

La restauración se acaba y se pule con una presión de contacto media (aprox. 2N).

El procedimiento de acabado y pulido se realiza con refrigeración con agua, que además asegura la evacuación de los residuos del pulido.

Si se ha removido el exceso de material con diamantes de grano fino, o se ha acabado la superficie de la restauración con este tipo de instrumentos, el primer paso con Politip-F, puede ser omitido.

- Velocidad rotatoria recomendada: 7.500 – 10.000 rpm
- Utilizar solo con abundante agua en spray (>50ml/min)
- Utilizar sin pasta de pulido
- Esterilizar los pulidores en autoclave a 135 °C /275 °F
- Utilice únicamente piezas de mano rectas/contra-ángulos que estén técnica e higiénicamente impecables y mantenidos limpios de forma regular.
- El motor de la pieza de mano tiene que funcionar suavemente.
- Los instrumentos deben estar correctamente insertados y asegurados.
- El pulido debe realizarse con un ligero movimiento rotatorio para evitar la formación de huellas.
- Se deben evitar inclinaciones/presiones para reducir el riesgo de rotura del instrumento.
- Deben desecharse los instrumentos deformados que ya no funcionen suavemente.
- Desde el punto de vista de seguridad, deben utilizarse siempre gafas y mascarillas protectoras, para evitar la inhalación de polvo de pulido. Durante el proceso de pulido hay que procurar una aspiración adecuada.<sup>(45)</sup>

Astrobrush® son pulidores para el pulido de zonas oclusales y cóncavas de restauraciones, especialmente fisuras. El efecto de pulido se produce por la sustancia pulidora (carburo de silicio), que está integrada en las cerdas. Gracias a ello, es factible el pulido sin utilizar pasta de pulido.

**Formas.** Está disponible en tres distintas formas: copa regular, copa pequeña y punta.

**Composición.** Los cepillos están fabricados de poliamida con carburo de silicio incorporado como sustancia abrasiva. El mango es de latón dorado.

**Indicaciones:**

- Pulido de obturaciones de composite, compómero, cerámica y cemento de ionómero de vidrio
- Eliminación de decoloraciones exógenas en el marco de la profilaxis

**Contraindicaciones:**

En caso de alergia conocida a cualquier componente de Astrobrush.

**Aplicación:**

**Copa regular**

Para el pulido de restauraciones de composite, compómero, cementos de ionómero de vidrio reforzados con resina, especialmente para el pulido de grandes superficies de restauración en la zona de posteriores. Instrumento básico para la eliminación de decoloraciones exógenas en el marco de la profilaxis.

**Copa pequeña**

Pulido de restauraciones de dientes anteriores y cuellos y en el relieve oclusal de obturaciones estéticas en dientes posteriores. Eliminación de decoloraciones en el marco de la profilaxis.

## **Punta**

Pulido de fisuras oclusales profundas en restauraciones estéticas en la zona de posteriores. Eliminación de decoloraciones proximales exógenas en el marco de la profilaxis.

## **Avisos especiales**

- Número de revoluciones recomendado: 5000 r/min
- Aplicar solo con una ligera presión
- Utilizar sin spray de agua
- Evitar el desarrollo de altas temperaturas
- Astrobrush se puede esterilizar en autoclave hasta 140 ° C
- No es necesaria la utilización de pasta de pulido

### **3.2.3.2. Sistema de Pulido Jiffy® (Ultradent)**

Jiffy Hishine de Ultradent® es un sistema de pulido el cual está conformado por puntas, discos y copa en tres secuencias con los siguientes colores verde, amarillo y blanco que va de grueso, mediano y fino estos son de Caucho de silicona sin látex rígido impregnado con diamantes y carburo de silicio y están montados en un mandril de metal. Se pueden esterilizar en autoclave. <sup>(46)</sup>

Está formado por puntas, discos y copa en tres secuencias con los siguientes colores verde, amarillo y blanco que va de grueso, mediano y fino.

## **Aplicación**

1. Aplique baja presión de contacto para minimizar la generación de calor.
2. Trabaje a una velocidad de 5000 – 6000 rpm, para aumentar la vida útil.

3. Pula siempre con movimientos suaves y circulares.
4. Para lograr superficies de alto brillo cuando se usa el pulido en etapas, los pulidores deben utilizarse en la secuencia indicada.
5. En el laboratorio, utilice una mascarilla (boca y nariz), así como un dispositivo de aspiración.
6. Se recomienda utilizar protección ocular.

### **Desinfección y limpieza**

Debido a las propiedades de los materiales que los componen, los cepillos y pulidores deben limpiarse con métodos diferentes a los utilizados para instrumentos rotatorios.

Use agentes de desinfección y limpieza adecuados para pulidores. Mezcle la solución atendiendo a la concentración indicada. <sup>(46)</sup>

#### **3.2.3.3. Sistema de Pulido Sof-Lex® (3M Espe)**

Los discos de terminado y pulido se utilizan para la reducción en bruto, contornear, terminar y pulir restauraciones. Los discos tienen la reputación de proveer el mayor lustre. La mayoría se encuentran recubiertos con una capa abrasiva de óxido de aluminio. Estos son utilizados siguiendo una secuencia de granos, comenzando con un grano más abrasivo y terminando con un grano superfino. Funcionan bien en restauraciones anteriores, tales como los bordes incisales y troneras, y con una limitada extensión a las resinas en el sector posterior.

Los discos de terminado y pulido Sof-Lex son fáciles de usar, y están considerados como los líderes en la industria en producir resinas de alto lustre. Se encuentran codificados por color lo que hace escoger la secuencia del grano apropiado de

manera lógica y conveniente. Los discos poseen un ojo metálico redondo que simplemente se inserta sobre el mandril.

Cambiar los discos es fácil y rápido porque no existe nada que alinear. La remoción del disco se logra con el toque de un dedo. Cada disco es reversible, lo que lo hace muy versátil para varias superficies del diente. Están hechos de un papel de cubierta de uretano que da a los discos su flexibilidad. El sistema se encuentra comprendido de cuatro granos individuales de óxido de aluminio que varían de grueso a superfino.

Los discos están disponibles en tres tamaños; 13mm (1/2 pulgada), 9mm (3/8 pulgada), y uno de 16mm (5/8 pulgada) con un ojo cuadrado de latón. <sup>(47)</sup>

### **Direcciones de Uso**

- Coloque el disco sobre el mandril presionando con firmeza la porción del ojo sobre el mandril hasta asegurar el disco y éste no se tambalee. El movimiento durante el pulido deberá ser constante desde el bloque de la restauración hasta sobrepasar los márgenes.

No se recomienda el movimiento de vaivén sobre los márgenes del esmalte/resina, ya que se puede formar una línea blanca.

- Utilice una presión ligera al pulir; permita que el disco realice el trabajo.
- Para producir un terminado más suave y más uniforme, mantenga el diente, restauración y disco secos al pulir.
- Evite tocar la resina con el mandril o mediante el ojo del disco ya que pudiera ocurrir decoloración. Esta decoloración puede ser removida mediante la repetición de los pasos de terminación.

- Esquivar un tamaño de grano de los discos en la secuencia de terminado puede comprometer la calidad del pulido de la restauración.

- Remueva los discos del mandril ya sea colocando la uña del pulgar por debajo de la porción del ojo del disco y empujando el disco fuera de la pieza de mano, o empuñando el disco y el ojo separando el disco arriba y afuera de la pieza de mano.

- Es importante mantener un campo seco al utilizar este sistema. Después de enjuagar, y antes de proceder con el siguiente grano en secuencia, seque el área.

El siguiente procedimiento produce un pulido de calidad sin importar el sistema de discos Sof-Lex que se utilizó. <sup>(47)</sup>

1. Remueva el exceso de resina y contornee la forma deseada utilizando un diamante fino o una fresa de carburo de 12 hojas.

2. Para la reducción en bruto, utilice el disco Sof-Lex de grano grueso (17  $\mu\text{m}$ ) a una velocidad mediana (10,000 r.p.m.) Enjuague y seque.

3. Para el contorneo final, utilice el disco Sof-Lex de grano mediano (7  $\mu\text{m}$ ) a una velocidad mediana (10,000 r.p.m.) por 15 a 20 segundos. Enjuague y seque.

4. Para terminar, utilice el disco Sof-Lex de grano fino (5,7  $\mu\text{m}$ ) a alta velocidad (30,000 r.p.m.) por 15 a 20 segundos. Enjuague y seque.

5. Pula utilizando el grano Sof-Lex superfino (1,6  $\mu\text{m}$ ) a alta velocidad (30,000 r.p.m.) por 15 a 20 segundos.

6. Lave el polvo y los remanentes de la superficie de la restauración.

7. Deseche el disco después de cada uso.



### 3.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

- **Resina compuesta**

Mezcla entre una resina (matriz orgánica) y un relleno inorgánico químicamente es un monómero llamado Bisfenol A – Metacrilato de glicidilo (BIS- GMA), siendo la unión entre una resina epóxica y una vinílica. Ray L. Bowen (1962). Las resinas compuestas propiamente tales, son un grupo de biomateriales odontológicos que permite devolver, además de la estructura dentaria perdida, la estética, dada su capacidad de aceptar pigmentos en su composición. Surgen en 1962 cuando el Dr. Bowen sustituye el componente orgánico, anteriormente PMMA por un bisfenol A glicidil metacrilato (bis-GMA), una resina bifuncional, y un agente de enlace de silano orgánico que mediaba la unión entre las partículas de relleno y las moléculas de bis-GMA.

- **Pulido**

Es el acto de componer, alisar o perfeccionar algo, dándole la última mano para su mayor primor y adorno. Es alisar, o dar tersura y lustre a algo.

- **Rugosidad Superficial**

Es el conjunto de irregularidades de la superficie real, definidas convencionalmente en una sección donde los errores de forma y las ondulaciones han sido eliminados.

### **3.4. HIPÓTESIS**

“La rugosidad superficial de la resina con nanopartículas con el sistema de pulido Sof-Lex® es menor que los sistemas de pulido Jiffy® y Politip®+Astrobrush® en los cuerpos de muestra prefabricados”

### **3.5. SISTEMA DE VARIABLES**

VARIABLE INDEPENDIENTE

Sistemas de pulido de resina con nanopartículas

VARIABLE DEPENDIENTE

Rugosidad superficial

### 3.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

variable	conceptualización	dimensión	indicador	escala	categoría de escala	valor
independiente	materiales usados para dar un acabado brillante y liso, disminuyendo las irregularidades de la superficie	ultradent	composicion del producto según el fabricante	nominal	cualitativo	SI / NO
sistema de pulido		Ivoclar Vivadent				SI / NO
		3M Espe				SI / NO
dependiente	es la medida de las variaciones micrometricas en la superficie, las cuales le confiere aspereza	Rugosidad media (Ra)	rugosimetro (µm)	razón	cuantitativo	0 - 50 µm
rugosidad superficial						

## IV. DISEÑO METODOLÓGICO

### 4.1. TIPO DE ESTUDIO

Estudio experimental, prospectivo, longitudinal e in vitro.

### 4.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

Las muestras son conformadas por 30 discos divididos en 6 grupos (enumerados del 01 al 06) que poseen 05 muestras cada una, que fueron elaborados para fines del siguiente estudio las cuales fueron distribuidas aleatoriamente en tres grupos posterior a la primera medición:

**GRUPO SJ:** 10 cuerpos de muestra (grupo 02 y 04) con aplicación de sistema de pulido Jiffy® (Ultradent).

**GRUPO SP:** 10 cuerpos de muestra (grupo 03 y 05) con aplicación de sistema de pulido Politip® + Astrobrush® (Ivoclar Vivadent).

**GRUPO SS:** 10 cuerpos de muestra (grupo 01 y 06) con aplicación de sistema de pulido Sof-Lex® (3M Espe).

### **Criterios de inclusión**

- Cuerpos de muestra con un diámetro de 10 mm.
- Cuerpos de muestra con el mismo espesor de 3 mm como máximo.
- Cuerpos de muestra elaborados con el mismo color y tipo de resina compuesta (Tetric-N Ceram Bulk Fill®).

### **Criterios de exclusión**

- Cuerpos de muestra que presenten en la superficie objetos extraños.
- Cuerpos de muestra irregulares en tamaño y forma.
- Cuerpos de muestra con manchas o pigmentaciones provocadas por la manipulación.
- Cuerpos de muestra con ausencia total o parcial de polimerización de la resina.

### 4.3 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

- La matriz para la confección de los cuerpos de muestra fue confeccionada en láminas de acrílico de 10 cm de largo, 3 cm de ancho y 3 mm de espesor. En cada lámina hay cinco perforaciones circunferenciales de 10 mm de diámetro, equidistantes entre las mismas.
- La matriz fue limpiada con alcohol isopropílico y posteriormente secada con gasas para su posterior uso.
- Se colocó la resina compuesta Tetric® N-Ceram Bulk Fill® (Ivoclar Vivadent) del color IVA en los 30 cilindros pre fabricados en el portador de muestras, dividido en 6 grupos (cada uno de los cuales tiene 05 muestras) con una técnica de dos incrementos de 2 mm y 1 mm (puede aplicarse capas de hasta 4 mm) y con fotopolimerización de la muestra por 20 segundos con una lámpara de longitud de onda de 420–480 nm (luz azul) como indica el fabricante. La lámpara a usar fue una LED de segunda generación, de marca Gnatus, que tiene una intensidad de 870 mW/cm<sup>2</sup> (determinada por un radiómetro) y se polimerizo por 20 segundos según indica el fabricante.
- En el último incremento (1 mm) de resina se colocó una tira de poliéster y sobre ella una lámina porta objetos, para uniformizar la superficie de los 30 cuerpos de muestra que se encontraban en el portador de las muestras. Posterior a ellos se realizó la fotopolimerización de las mismas por un tiempo de 20 segundos.
- Se usó la pieza de mano con irrigación y las puntas diamantadas de grano mediano (color azul) tipo rueda de la marca MDT® para el acabado superficial inicial de las muestras, simulando lo que acontece en la labor diaria del odontólogo al realizar

restauraciones con resinas y así obtener superficies ligeramente rugosas en todas las muestras.

- La PRIMERA LECTURA fue para evaluar la rugosidad inicial de las muestras, se realizó en cuatro zonas de medición por muestra, las rugosidad de las superficies fueron medidas con el RUGOSIMETRO SJ-201P, de la marca MITUTOYO en el laboratorio de Procesos de Manufactura, Ensayos Mecánicos y Metrología de la Facultad de Ingeniería Mecánica de la UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA y seguidamente se procedió al llenado de la ficha de recolección de datos (ANEXO 1).
- Posterior a la primera lectura, las muestras fueron colocadas en suero fisiológico a temperatura ambiente por 24 horas para completar la polimerización y contracción del material.
- Luego de 24 horas de la primera lectura y luego de colocar las muestras en suero fisiológico, se realizó el pulido de las muestras, para ello se usó un micro motor con contra ángulo (con irrigación) de la marca Kavo y se realizó el pulido de los cuerpos de muestra según el grupo al cual corresponden:

#### **GRUPO SP (sistema Politip®)**

Conformado por los grupos 03 y 05.

- En el primer paso se realizó con el pulidores gris de grano medio, el cual realiza el trabajo de alisado y pulido inicial con un número de revoluciones de 3000 – 8000 rpm.
- En el segundo paso se realizó con los pulidores verde de grano fino, con un número de revoluciones de 3000 – 8000 rpm.
- Seguido de los dos pasos, se realizó el acabado del pulido con las escobillas Astrobrush® por recomendación del fabricante, con un número de revoluciones de 5000 rpm. Por 20 segundos.

### **GRUPO SS (sistema Sof-Lex®)**

Conformado por los grupos 01 y 06.

- Primero, se utilizó el disco Sof-Lex® de grano grueso a una velocidad mediana (10 000 r.p.m.) enjuague y seque.
- Segundo, se utilizó el disco Sof-Lex® de grano mediano a una velocidad mediana (10 000 r.p.m.) por 15 a 20 segundos. Enjuague y seque.
- Tercero, se utilizó el disco Sof-Lex® de grano fino a alta velocidad (30 000 r.p.m.) por 15 a 20 segundos. Enjuague y seque.
- Cuarto, se utilizó el disco Sof-Lex® de grano superfino a alta velocidad (30 000 r.p.m.) por 15 a 20 segundos.

Se usó la jeringa triple para limpiar, lavar y secar.

### **GRUPO SJ (sistema Jiffy®)**

Conformado por los grupos 02 y 04.

- El primer paso se realizó con los cauchos de pulido color verde de grano grueso, el cual realiza el trabajo de alisado y pulido inicial con un número de revoluciones de 7500 – 10000 rpm.
  - El segundo paso se realizó con las cauchos de pulido color amarillo de grano medio, con un número de revoluciones de 7500 – 10000 rpm.
  - El tercer paso se realizó con los cauchos de pulido de color blanco de grano fino, con un numero de revoluciones de 5000 – 7500 rpm.
- 
- La SEGUNDA LECTURA de la medición de las rugosidades luego de realizar el pulido, se llevó a cabo con el RUGOSÍMETRO, para luego realizar el llenado de las ficha de recolección de datos.
  - La evaluación de la rugosidad fue hecha secuencialmente sobre la superficie, antes y después de cada procedimiento en cada cuerpo de prueba. La lectura considerada fue la media aritmética entre los picos y valles (Ra) obtenido por el



rugosímetro, en un trecho de medición calibrado para 2 mm. Fueron realizados cuatro lecturas en cada superficie. Cada lectura fue obtenida con la aguja del rugosímetro, totalizando 120 lecturas tanto en el primer momento como en el segundo.

- Para la medición de las irregularidades se consideró la clasificación internacional de rugosidades, para el parámetro Ra.

<b>Rugosidad Ra (<math>\mu\text{m}</math>)</b>	<b>Clase de rugosidad</b>
50	N12
25	N11
12.5	N10
6.3	N 9
3.2	N 8
1.6	N 7
0.8	N 6
0.4	N 5
0.2	N 4
0.1	N 3
0.05	N 2
0.025	N 1

Clasificación internacional de rugosidades

#### **4.4 PROCESAMIENTO DE LOS DATOS**

Los valores de la rugosidad superficial obtenidos fueron registrados en una ficha elaborada previamente para este estudio (ANEXO 1). En esta tabla se colocaron los sistemas de pulido a utilizar, divididos por grupos y zonas evaluadas de cada muestra. Las mediciones se colocaron en la casilla correspondiente a cada grupo y se halló la media aritmética de cada grupo.

Para interpretar los resultados de la presente investigación, en función de variables, objetivos e hipótesis, se compararon los resultados obtenidos para cada grupo y se elaboraron cuadros relacionando todos los parámetros a estudiar y se realizaron procedimientos estadísticos en el programa SPSS 22.0.

#### **4.5 ANÁLISIS DE RESULTADOS**

Los datos obtenidos fueron colocados en una hoja de cálculo (Microsoft Excel 2013) y procesados mediante métodos estadísticos SPSS 22.0. Se usó la prueba estadística ANOVA para el análisis de las mediciones obtenidas, así como también el análisis de T-Student.

## V. RESULTADOS

El estudio experimental fue ejecutado obteniendo los siguientes resultados de una muestra total de 30 muestras a las cuales se realizó 4 mediciones a cada una en 2 momentos distintos.

- Evaluación Pre uso de sistemas de pulido: 30 cuerpos de muestra.
- Evaluación Post uso de sistemas de pulido: 30 cuerpos de muestra.

Grupo SJ (Jiffy®): 10 cuerpos de muestra

Grupo SP (Politip® + Astrobrush®): 10 cuerpos de muestra

Grupo SS (Sof-Lex®): 10 cuerpos de muestra

Dentro de los resultados obtenidos, tenemos las medias de la medición de la rugosidad superficial de cada uno de los cuerpos de muestra. Así como también los valores mínimos y máximos en cada grupo previo al uso del sistema de pulido y posterior al mismo.

**Tabla N ° 1. Rugosidad superficial pre y post para el sistema Jiffy®**

<b>Momento</b>	<b>Media</b>	<b>Desviación estándar</b>	<b>V min.</b>	<b>V máx.</b>
<b>Rugosidad Pre Sistema de Pulido</b>	1.312	0.408	0.74	2.09
<b>Rugosidad Post Sistema de Pulido</b>	0.415	0.102	0.25	0.63

***Fuente:*** Elaboración propia

En la tabla N°1 se observa la media y los valores máximos y mínimos de las mediciones de rugosidad superficial para el pre y post sistema de pulido con el sistema Jiffy®.

**Tabla N.º 2. Rugosidad superficial pre y post para el sistema Politip® + Astrobrush®**

<b>Momento</b>	<b>Media</b>	<b>Desviación estándar</b>	<b>V min.</b>	<b>V máx.</b>
<b>Rugosidad Pre Sistema de Pulido</b>	1.381	0.343	0.88	1.8
<b>Rugosidad Post Sistema de Pulido</b>	0.327	0.127	0.2	0.57

***Fuente:** Elaboración propia*

En la tabla N.º 2 se observa la media y los valores máximos y mínimos de las mediciones de rugosidad superficial para el pre y post sistema de pulido con el sistema Politip® + Astrobrush®.

**Tabla N.º 3. Rugosidad superficial pre y post para el sistema Sof-Lex®**

<b>Momento</b>	<b>Media</b>	<b>Desviación estándar</b>	<b>V min.</b>	<b>V máx.</b>
<b>Rugosidad Pre Sistema de Pulido</b>	1.086	0.325	0.57	1.59
<b>Rugosidad Post Sistema de Pulido</b>	0.537	0.295	0.12	0.9

***Fuente:** Elaboración propia*

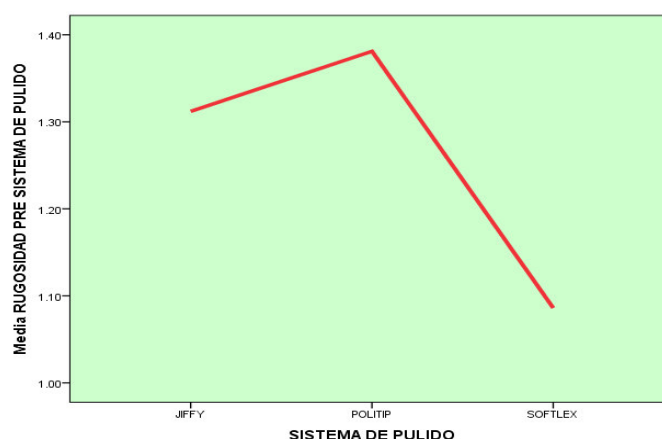
En la tabla N.º 3 se observa la media y los valores máximos y mínimos de las mediciones de rugosidad superficial para el pre y post sistema de pulido con el sistema Sof-Lex®.

**Tabla N.º 4. Comparación de medias de rugosidad superficial antes del uso de los sistemas de pulido**

Sistema	Media	Desviación estándar	V min.	V máx.
Sistema de Pulido Jiffy®	1.312	0.408	0.74	2.09
Sistema de Pulido Politip® + Astrobrush®	1.381	0.343	0.88	1.8
Sistema de Pulido Sof-lex®	1.086	0.325	0.57	1.59

*Fuente: Elaboración propia*

En la tabla N.º 4 se observa las medias y los valores mínimos y máximos de cada sistema de pulido, previo al uso de los mismos. Quien presenta la mayor medida de rugosidad media de las muestras es la que corresponden al grupo que se aplicó el sistema Politip® + Astrobrush® (1.381  $\mu\text{m}$ ) y el de menor medida de rugosidad media corresponden al grupo que se aplicara sistema Sof-Lex® (1.086  $\mu\text{m}$ ).



*Fuente: Elaboración propia*

**Gráfico N.º 1. Comparación de medias de rugosidad superficial antes del uso de los sistemas de pulido**

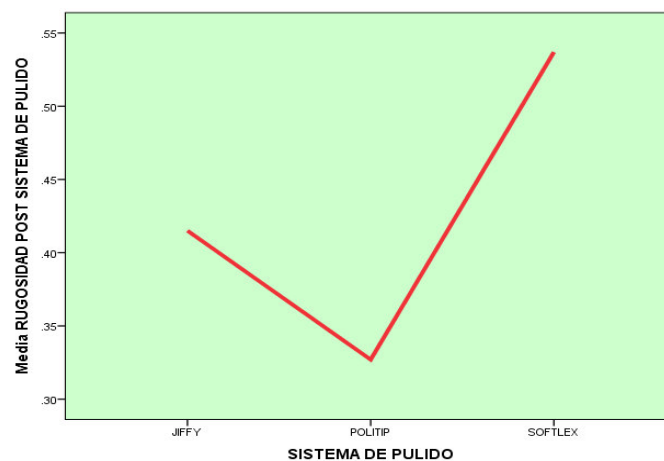
En el gráfico N.º 1 se observa la comparación entre las medias de rugosidad superficial de los tres grupos en el primer momento (pre sistema de pulido), donde el grupo donde se aplicara el sistema Politip®+Astrobrush® presenta el mayor valor (1.381  $\mu\text{m}$ ).

**Tabla N.º 5. Comparación de medias de rugosidad superficial después del uso de los sistemas de pulido**

Sistema	Media	Desviación estándar	V min.	V máx.
Sistema de Pulido Jiffy®	0.415	0.102	0.25	0.63
Sistema de Pulido Politip®+ Astrobrush®	0.327	0.127	0.2	0.57
Sistema de Pulido Sof-Lex®	0.537	0.295	0.12	0.9

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla N.º 5 se observa las medias y los valores mínimos y máximos de cada sistema de pulido, posterior al uso de los mismos. Quien presenta la mayor medida de rugosidad media de las muestras es la que corresponden al grupo que se aplicó el sistema Sof-Lex® (0.537  $\mu\text{m}$ ) y el de menor medida de rugosidad media corresponden al grupo que se aplicó el sistema Politip®+ Astrobrush® (0.327  $\mu\text{m}$ ).



**Fuente:** Elaboración propia

**Gráfico N.º 2. Comparación de medias de rugosidad superficial después del uso de los sistemas de pulido**

En el grafico N°2 se observa la comparación entre las medias de rugosidad superficial de los tres grupos en el segundo momento (post sistema de pulido), donde el grupo Politip®+ Astrobrush® presenta el menor valor (0.327  $\mu\text{m}$ ).

La prueba de Shapiro-Wilk se utilizó para comprobar si las mediciones de rugosidad tenían distribución normal, lo que determino si se desarrollaría las pruebas para muestras paramétricas o no paramétricas.

**Tabla N.° 6. Prueba de Normalidad a las muestras**

<b>Momento</b>	<b>Sistema de Pulido</b>	<b>Estadístico</b>	<b>gl</b>	<b>Sig.</b>
<b>Rugosidad Pre Sistema de Pulido</b>	Jiffy®	0.962	10	0.803
	Politip®+Astrobrush®	0.912	10	0.292
	Sof-Lex®	0.897	10	0.206
<b>Rugosidad Post Sistema de Pulido</b>	Jiffy®	0.958	10	0.766
	Politip®+Astrobrush®	0.886	10	0.154
	Sof-Lex®	0.883	10	0.141

***Fuente:*** Elaboración propia

Se observa en la tabla N.° 6 que los valores de rugosidad superficial en los tres grupos son de distribución normal, tanto en el primero momento (pre sistema de pulido) como en el segundo momento (post sistema de pulido) ( $p>0,05$ ).

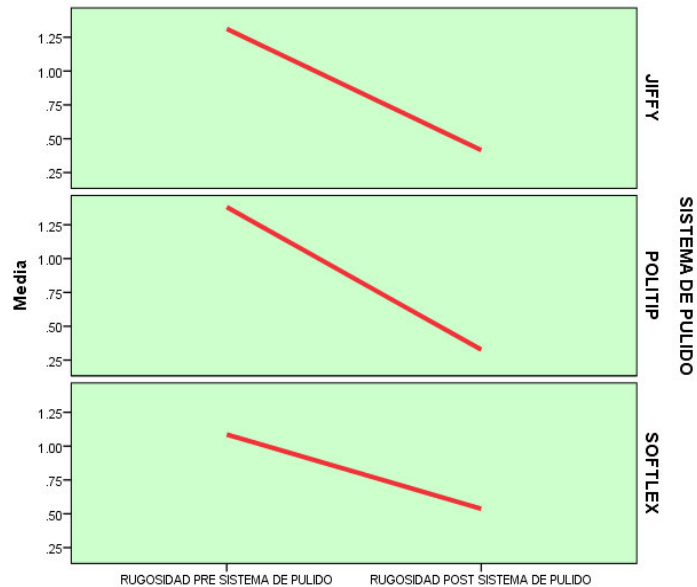
**Tabla N.º 7. Comparación de grupos por rugosidad superficial media pre y post sistema de pulido**

<b>Sistema de pulido</b>	<b>Rugosidad</b>	<b>Media</b>	<b>N</b>	<b>Desviación estándar</b>
<b>Jiffy®</b>	PRE SISTEMA DE PULIDO	1.312	10	0.408
	POST SISTEMA DE PULIDO	0.415	10	0.102
<b>Politip® + Astrobrush®</b>	PRE SISTEMA DE PULIDO	1.381	10	0.343
	POST SISTEMA DE PULIDO	0.327	10	0.127
<b>Sof-Lex®</b>	PRE SISTEMA DE PULIDO	1.086	10	0.325
	POST SISTEMA DE PULIDO	0.537	10	0.295

***Fuente:*** Elaboración propia

En la tabla N.º 7 observamos las medias para cada uno de los sistemas de pulido tanto en el primer momento (pre sistema de pulido), como en el segundo momento (post sistema de pulido). Podemos observar también que la diferencia de medias entre el primer momento y el segundo momento de medición, es mayor en el grupo en el cual se usó el sistema Politip® + Astrobrush®; así como también la menor diferencia la tiene el grupo en la cual se usó el sistema Sof-Lex®. Esto nos indicaría un efecto mayor o menor al disminuir la rugosidad del primer momento al segundo momento.





**Fuente:** Elaboración propia

### Gráfico N.º 3. Comparación de grupos por rugosidad superficial media pre y post sistema de pulido

En el gráfico N.º 3 se observa la pendiente formada en cada grupo por las medias en el primer momento (pre sistema de pulido) y el segundo momento (post sistema de pulido). Lo cual nos indica que a mayor pendiente, la diferencia de las medias es de mayor valor. En el gráfico, quien presenta mayor pendiente es el grupo del sistema Politip®+ Astrobrush®.

Se realizó la prueba estadística de T Student que se usa para muestras emparejadas. En la tabla N.º 8 se observa la diferencia de las medias de las muestras emparejadas y el nivel de significancia ( $p < 0,05$ ) entre ambos momentos (pre y post) en cada grupo.

**Tabla N.º 8. Prueba T Student de muestras emparejadas**

Sistema de pulido	Rugosidad	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Jiffy®	PRE SISTEMA DE PULIDO - POST SISTEMA DE PULIDO	0.897	0.42306	0.13378	0.59436	1.19964	6.705	9	0.000
Politip®+ Astrobrush®	PRE SISTEMA DE PULIDO - POST SISTEMA DE PULIDO	1.054	0.42693	0.13501	0.74859	1.35941	7.807	9	0.000
Sof-Lex®	PRE SISTEMA DE PULIDO - POST SISTEMA DE PULIDO	0.549	0.41351	0.13076	0.2532	0.8448	4.198	9	0.002

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla N.º 8 se observa que con respecto a la diferencia inferior de las medias, el grupo correspondiente al sistema de pulido Politip®+ Astrobrush® muestra una mayor diferencia, es decir un valor más alejado del cero. Así también, con respecto a la diferencia mayor de las medias, el grupo correspondiente al sistema de pulido Politip®+ Astrobrush® muestra una mayor diferencia. Con respecto a los otros grupos, quien obtuvo la menor diferencia de medias (valor más próximo al cero) fue en el grupo correspondiente al sistema Sof-Lex®, tanto en la diferencia inferior como superior.

**Tabla N.º 9. Comparación de medias de rugosidad superficial entre los sistemas usados en ambos momentos**

<b>Momento</b>	<b>Sistema de Pulido</b>	<b>Media</b>	<b>gl</b>	<b>Desviación estándar</b>
<b>Rugosidad Pre Sistema de Pulido</b>	Jiffy®	1.312	10	0.408
	Politip®+Astrobrush®	1.381	10	0.343
	Sof-Lex®	1.086	10	0.325
<b>Rugosidad Post Sistema de Pulido</b>	Jiffy®	0.415	10	0.102
	Politip®+Astrobrush®	0.327	10	0.127
	Sof-Lex®	0.537	10	0.295

***Fuente: Elaboración propia***

En la tabla N.º 9 se puede observar la media de la rugosidad superficial obtenida en los tres sistemas de pulido que se usó, tanto en el primer momento (pre sistema de pulido) como en el segundo (post sistema de pulido).

Se realizó la prueba estadística de ANOVA en la cual nos determina si existe una diferencia significativa entre los grupos tanto en el primer momento (pre sistema de pulido) como en el segundo momento (post sistema de pulido).

**Tabla N.º 10. Prueba de ANOVA**

Momento		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
<b>RUGOSIDAD PRE SISTEMA DE PULIDO</b>	Entre grupos	0.476	2	0.238	1.828	0.18
	Dentro de grupos	3.518	27	0.13		
<b>RUGOSIDAD POST SISTEMA DE PULIDO</b>	Entre grupos	0.222	2	0.111	2.924	0.071
	Dentro de grupos	1.027	27	0.038		

***Fuente:*** Elaboración propia

En la Tabla N.º 10 se evidencia que no existe diferencia significativa de la rugosidad superficial entre los grupos en el primer momento previo al uso de los sistemas de pulido ( $p=0,18$ ); así como también se evidencia que en el segundo momento posterior al uso de los sistemas de pulido, no hay diferencia significativa en la rugosidad superficial entre los grupos ( $p=0,07$ ).

## VI. DISCUSIÓN

En el estudio se obtiene diferencias estadísticamente significativas al comparar los dos momentos (pre y post sistema de pulido), lo cual nos indica que hay el efecto deseado al usar el sistema de pulido que es la disminución de la medida de rugosidad superficial de la resina. En estudios similares se evidencia este efecto al usar cada uno de los sistemas de pulido usados en este estudio.

Así también, se obtuvieron valores de medición de rugosidad superficial inferiores a  $0,7 \mu\text{m}$  en los tres sistemas de pulido posterior al uso de los mismos. Weitman & Eames <sup>(48)</sup>, en su estudio afirman que valores entre  $0,7 \mu\text{m}$  a  $1,44 \mu\text{m}$  ya serían susceptibles al acumulo de placa, condición desfavorable en cualquier restauración realizada con resina.

Se obtuvo como resultado en el estudio que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los sistemas de pulido, pero sí podemos deducir una mayor efectividad del sistema de pulido Politip® + Astrobrush® en la disminución de la rugosidad superficial de la resina, al comparar las diferencias entre las medias de ambos momentos en los tres grupos, con lo cual podemos deducir que existe un mejor efecto al uso de un sistema de pulido de la misma casa comercial de la resina a pulir. Según Muniz A <sup>(9)</sup>; Lima M <sup>(17)</sup>; Nunes B <sup>(20)</sup>; Acatauassú y Cols. <sup>(24)</sup> Y Alves G. <sup>(18)</sup> encontraron en las resinas que evaluaron que se obtuvieron mejores medidas de rugosidad superficial al usar sistemas de pulido de la misma casa comercial. Según Carrilho A. <sup>(14)</sup>, evidenció en su estudio que con base a los análisis de imágenes en el MEB, el sistema Sof-Lex favorece la presencia de surcos profundos; esto podría explicar la menor diferencia entre las medias de rugosidad superficial en el pre y post uso del sistema de pulido. Sin embargo, hay algunos estudios que indican que los discos Sof-Lex son los mejores materiales para pulido. <sup>(49, 50, 51, 52,53)</sup>

## VII. CONCLUSIONES

De acuerdo con la metodología empleada en este estudio y con las limitantes existentes podemos concluir:

- La rugosidad superficial media de la resina con nanopartículas Tetric N Ceram Bulk Fill® después del uso del sistema Jiffy® fue de 0.415  $\mu\text{m}$ .
- La rugosidad superficial de la resina con nanopartículas Tetric N Ceram Bulk Fill® después del uso del sistema Politip® + Astrobrush® fue de 0.327  $\mu\text{m}$ .
- La rugosidad superficial de la resina con nanopartículas Tetric N Ceram Bulk Fill® después del uso del sistema Sof-Lex® fue de 0.537  $\mu\text{m}$ .
- No hubo diferencia estadísticamente significativa ( $p=0,07$ ) en la rugosidad superficial posterior al uso de los sistemas de pulido de Ivoclar Vivadent, Jiffy de Ultradent y Sof-Lex de 3M ESPE.
- El sistema Politip® + Astrobrush® ejerció un mejor efecto al disminuir la rugosidad superficial, al tener una mayor diferencia de las medias de rugosidad pre y post.
- Obteniéndose el objetivo general y al no tener una diferencia significativa ( $p=0,07$ ), se rechaza la hipótesis planteada.

## **VIII. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda realizar mayores estudios de rugosidad superficial sobre resinas Bulk Fill, con el uso de otros métodos de medición de la rugosidad superficial.
- Se recomienda realizar estudios similares con una muestra más amplia y con mayor cantidad de sistemas de pulido que estén disponibles en el mercado.
- Se recomienda utilizar el sistema de pulido con el que este más familiarizado y usarlo correctamente según las indicaciones del fabricante.
- Se recomienda el uso del sistema de pulido de la misma casa comercial de la resina usada, siguiendo los protocolos establecidos por el fabricante.

## IX. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 1) Noort RV, Davis LG. The surface finish of composite resin restorative materials. Br Dent J. 1984; 157 (10): 360-4.
- 2) Bollen CM, Lambrechts P., Quirynen M. Comparison of surface roughness of oral hard materials to the threshold surface roughness for bacterial plaque retention: a review of the literature. Dent Mater. 1997; 13(4): 258-69.
- 3) Mandikos MN, McGivney GP, Davis E., Bush PJ, Carter JM. A comparison of the wear resistance and hardness of indirect composite resins. J Prosthet Dent. 2001; 85(4): 386-95.
- 4) Ono, Rosana. Avaliação dos procedimentos de acabamento e polimento sobre a rugosidade superficial de Resinas Compostas I Rosana Ono. - Piracicaba, SP: [s.n.], 1995.
- 5) Silva SP, Araújo AM. Surface texture roughness evaluation of aesthetic restorations and its adjacent enamel after finishing and polishing procedures with different rotary instruments Rev. Odontol. UNESP (São Paulo) 1998; v.27 n.1, p.131-149.
- 6) López FS, Palma CJ, Ruiz BG, Barcelo S F, Guerrero IJ. Calidad de superficie obtenida con diferentes métodos de pulido para ionómero de vidrio y resina compuesta. Revista ADM 2002, Vol. LIX, No. 5, pp 179-183.
- 7) Nagem FH, D'azevedo SM, Nagem DH, Marsola PF. Surface roughness of composite resins after finishing and polishing. Braz Dent J 2003; 14(1): 37-41.
- 8) Barbosa SH, Zanata RL, Navarro MF, Nunes OB. Effect of Different Finishing and Polishing Techniques on the Surface Roughness of Microfilled, Hybrid and Packable Composite Resins. Braz Dent J 2005; 16(1): 39-44.
- 9) Palialol, Alan Rodrigo Muniz. Avaliação da rugosidade, morfologia e susceptibilidade a pigmentação de compostos odontológicos submetidos a diferentes sistemas de acabamento e polimento. I Alan Rodrigo Muniz Palialol. -- Piracicaba, SP: [s.n.], 2008.
- 10) Camacho GB, Nedel F., Martins GB, Torino GG. Avaliação da rugosidade superficial de resinas compostas expostas a diferentes agentes. Revista de Odontologia da UNESP 2008; 37(3): 211-216.
- 11) Korkmaz Y, Ozel E, Attar N, Aksoy G. The influence of one-step polishing systems on the surface roughness and microhardness of nanocomposites. Operative Dentistry 2008; 33-1, 44-50.



- 12) Pontes PA, Mainieri TE, Pacheco MJ, Martins LJ, Shinkai SR, Mainieri CV. Rugosidade superficial de compositos microparticulados e nanoparticulados após acabamento e polimento. RGO, Porto Alegre 2009; v.57, n.2:179-182.
- 13) Públio, Juliana do Carmo. Estudo comparativo do acabamento e/ou polimento superficial de resinas compostas para dentes posteriores / Juliana do Carmo Públio. -- Piracicaba, SP: [s.n.], 2010.
- 14) Carrilho Neto, Antonio. Brilho, rugosidade e integridade da superfície de resinas compostas: efeito do polimento e escovação / Antonio Carrilho Neto. Piracicaba, SP: [s.n.], 2011.
- 15) Pereira LF, Brigolini FJ, Machado SA, De Oliveira JM, Goulart CF, Furtado CR. Comparação da rugosidade superficial de resinas compostas após polimento imediato e tardio. HU Revista, Juiz de Fora, 2011; v. 37, n. 4, p. 391-396.
- 16) Delgado VL, Godoi TA, Freitas BD, Catiarse BA. Efecto de diferentes técnicas de pulido y refrigeración en la rugosidad superficial de una resina compuesta nanohibrida. Acta odontológica venezolana 2011; volumen 49 n° 2.
- 17) Lima, Michele de Oliveira. Avaliação da rugosidade superficial de resinas compostas submetidas a diferentes técnicas de acabamento e polimento e agentes clareadores / Michele de Oliveira Lima. -- Piracicaba, SP: [s.n.] ,2012.
- 18) Alves, Carol Brant. Avaliação in vitro da rugosidade superficial de resinas compostas, comparando diferentes sistemas de acabamento e polimento e após a profilaxia com jato de bicarbonato. Sao Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia; 2012.
- 19) Ruivo, Melissa Araújo. Caracterização de Partículas de Carga e Rugosidade Superficial de Diferentes Compósitos Restauradores / Melissa Araújo Ruivo. -- Piracicaba, SP: [s.n.], 2012.
- 20) Nunes de Sousa, Bernardo. Estudo comparativo da rugosidade superficial de resinas compostas submetidas a diferentes métodos de polimento. Universidade Católica Portuguesa, departamento de ciências da saúde; 2012.
- 21) Tapia RL, Amaral BF, Franca GF, Florio MF, Rodrigues AJ, Basting TR. Rugosidade de resinas compostas submetidas a diferentes métodos de acabamento e polimento. Rev Odontol UNESP 2012 July-Aug; 41(4): 254-259.
- 22) Reis CA, Agnelli MJ, Nicoluzzi A, Mazzo RC. Analysis of the surface behavior of polished and unpolished composite resins subjected to artificial accelerated aging. RGO - Rev Gaúcha Odontol. 2013, Porto Alegre, v.61, n.1, p. 7-11.
- 23) Nakama FM., Del Solar QM, Mendoza AJ. Comparación in vitro del efecto del pulido en la morfología superficial de tres resinas compuestas. Rev. Estomatol Herediana 2013; 23(4):185-92.

- 24) Acatauassú NP, Silva FS, Pita SM, Lacalle TM. Lisura superficial de resinas compostas com nanopartículas após protocolos de acabamento e polimento. Rev Assoc Paul Cir Dent 2013; 67(3):224-8.
- 25) Alves et al. Rugosidade e microscopia de força atômica de resinas compostas submetidas a diferentes métodos de polimento. Polímeros, vol. 23, n. 5, p. 661-666, 2013.
- 26) Chong Gamero KA. Rugosidad de una resina compuesta manipulada con pincel luego de emplear dos sistemas de pulido. Estudio in vitro. Revista Científica Odontológica 2015; 3(1): 249-255.
- 27) Costa, Catharina Simoni. Avaliação quantitativa e qualitativa da rugosidade superficial de resinas compostas com nanopartículas submetidas a diferentes métodos de polimento / Catharina Simoni da Costa. – 2013.
- 28) Gómez, Ariel Barraza. Comparación de 3 sistemas de pulido en una resina de nanorelleno y su relación con la superficie del esmalte dental/ Ariel Barraza Gómez.- 2013.
- 29) Fukuhara NM, Quintana D M, Aguilar M J. Comparación in vitro del efecto del pulido en la morfología superficial de tres resinas compuestas. Rev. Estomatol Herediana. 2013 Oct-Dic; 23(4):185-92.
- 30) Vieira AC, Oliveira MCS, Araújo CP, Farias IMAO, Pereira IFS, Leite MF. Avaliação da rugosidade superficial de diferentes resinas compostas após a realização do acabamento e polimento. Full Dent. Sci. 2014; 5(20):609-614.
- 31) Alves Da Costa, Giovanna. Rugosidade superficial e adesao bacteriana em compósitos com nanopartículas após acabamento e polimento/ Giovanna Alves Da Costa. 2014.
- 32) Alves CB; Giuriato JB; Turbino ML; Oda M. Rugosidade superficial de diferentes resinas compostas comparando sistemas de acabamento e polimento e após a profilaxia com jato de bicarbonato – Estudo in vitro. Clin Lab Res Den 2015; 21 (1): 11-18.
- 33) Cruz J, et al. Análise da rugosidade de superfície e da microdureza de 6 resinas compostas. Rev Port Estomatol Med Dent Cir Maxilofac. 2016.
- 34) Vieira AC, Oliveira MCS, Araújo CP, Farias IMAO, Pereira IFS, Leite MF. Avaliação da rugosidade superficial de diferentes resinas compostas após a realização do acabamento e polimento. Full Dent. Sci. 2014; 5(20):609-614.

- 35) Lai Tsai, Pi-Shan. Comparación de la rugosidad superficial de restauraciones de resinas nanorelleno (filtek Z350) según las diferentes técnicas de pulido: estudio in vitro. Pi-shan lai tsai. 2016.
- 36) Ivoclar Vivadent S.A. Perfil técnico del producto Tetric® N-Ceram Bulk Fill. Madrid.2012.
- 37) Kalachandra S, Taylor DF, DePorter CD, Grubbs HJ, Mc Grath JE. Polymeric materials for composite matrices in biological environments. Polymer. 1993; 34: 778-82.
- 38) Sankarapandian M, Kalachandra H. influence of resin molecular structure on the processibility and physical behavior of a dental composite matrix. J Advanced Mater. 1997; 28:59-63.
- 39) Culbertson BM, Wan Q, Tong Y. Preparation and evaluation of visible light-cured multi-methacrylates for dental composites. J Macromolec Sci-Pure Appl Chem 1997; 34:2405-21.
- 40) Phillips R.W. “La Ciencia de los Materiales Dentales”. Undécima edición. Editorial Elsevier. 2010. Parte III Cap. 14 p.415-16.
- 41) Ferracane JL. Resin composite—State of the art. Dent Mater (2010), DOI:10.1016/j.dental.2010.10.020.
- 42) R. Van Noort. Introduction to dental materials. Elsevier. London, UK. 3a ed. 2007.
- 43) Larburu Arrizabalaga, Nicolás. Máquinas. Prontuario. Técnicas máquinas herramientas. Madrid: Thomson Editores. 2004.
- 44) Hinojosa RM, Reyes MM. La rugosidad de las superficies: Topometría. Ingenierías, 2001; vol IV.No.11.
- 45) Ivoclar Vivadent S.A. Perfil técnico del producto Politip ®. Madrid.2011.
- 46) Ultradent Products, INC. Perfil técnico del producto Jiffy® N. USA.2015.
- 47) 3M ESPE S.A. Perfil técnico del producto Sof-Lex™ Sistemas de terminado y pulido.St Paul.2013.

- 48) Weitman R, Eames W. Plaque accumulation on composite surfaces after various finishing procedures. Journal of the American Dental Association 1975; 91(1):101-6.
- 49) João M, Monnerat AF, Melo ATD. Rugosidade superficial de compósito fotopolimerizável após polimento com três tipos de pontas siliconadas. RBO 1998; 55(4):234-7.
- 50) Liberato FL, Padoan AC, Morgado GL, et al. Avaliação da rugosidade superficial de uma resina composta após polimento com discos de lixa e pontas siliconadas. Revista Biociências 2004; 10(1-2):51-4.
- 51) Querido CR, Villela LC. Acabamento e polimento em resinas compostas. Rev Biociên 1997; 3(Edição especial):107-12.
- 52) Ribeiro BC, Oda M, Matson E. Avaliação da rugosidade superficial de três resinas compostas submetidas a diferentes técnicas de polimento. Pesqui Odontol Bras 2001; 15 (3):252-6.
- 53) Soares CJ. Avaliação do polimento das resinas compostas realizado com diversos discos abrasivos. Rev Paul Odontol 1995; 17(1):39-43.
- 54) Egilmez F, Ergun G, Cekic-Nagas I, Vallittu PK, Lassila LV. Short and long term effects of additional post curing and polishing systems on the color change of dental nano-composites. Dent Mater J 2013; 32(1):107-14.
- 55) Jefferies SR. The art and science of abrasive finishing and polishing in restorative dentistry. Dent Clin North Am 1998; 42: 613-27.
- 56) Yap AU, Yap SH, Teo CK, Ng JJ. Comparison of surface finish of new aesthetic restorative materials. OperDent 2005; 29(1):100-4.
- 57) Baratieri LN, Junior SM, Andrada MAC, et al. Odontologia restauradora: fundamentos e possibilidades. São Paulo: Santos, 2007. 740p

# **ANEXOS**

## ANEXO 01

### FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

“RUGOSIDAD SUPERFICIAL DE RESINAS CON NANOPARTÍCULAS SOMETIDA A  
TRES SISTEMAS DE PULIDO”

Número de ficha:

	Número de muestra	PRIMERA MEDICIÓN				
		zona 1	zona 2	zona 3	zona 4	media aritmética
<b>G1</b>	1					
	2					
	3					
	4					
	5					
<b>G2</b>	6					
	7					
	8					
	9					
	10					
<b>G3</b>	11					
	12					
	13					
	14					
	15					
<b>G4</b>	16					
	17					
	18					
	19					
	20					
<b>G5</b>	21					
	22					
	23					
	24					
	25					
<b>G6</b>	26					
	27					
	28					
	29					
	30					

**“RUGOSIDAD SUPERFICIAL DE RESINAS CON NANOPARTÍCULAS SOMETIDA A  
TRES SISTEMAS DE PULIDO”**

Número de ficha:

Sistema de pulido aplicado a las muestras:

- Sistema de pulido Jiffy(**SJ**) ( )
- Sistema de pulido Politip + Astrobrush(**SP**) ( )
- Sistema de pulido Sof-Lex (**SS**) ( )

GRUPO	Cuerpo de muestra	POST SISTEMA DE PULIDO				
		Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4	media aritmética
	1					
	2					
	3					
	4					
	5					

## ANEXO 02

### METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

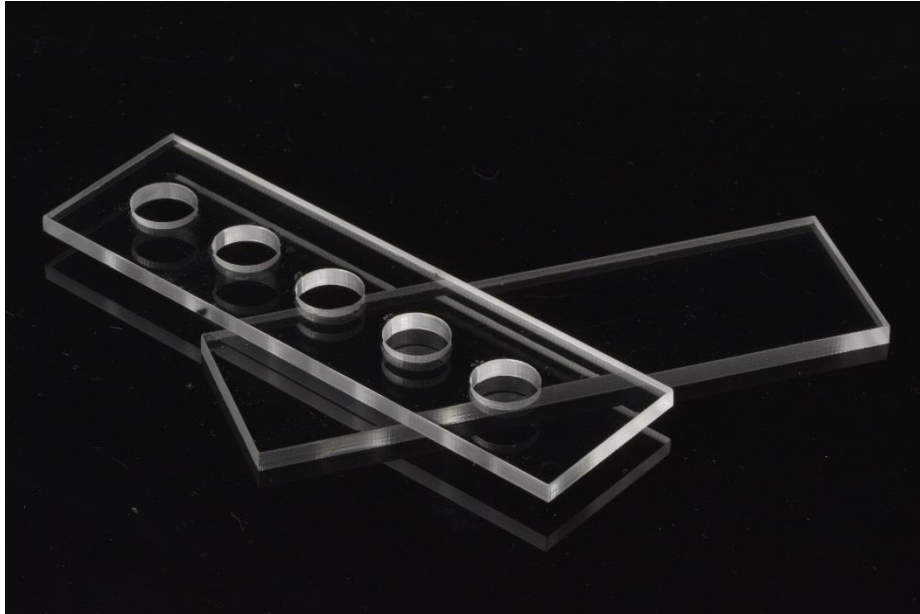


Figura 1. Portador de acrílico de los cuerpos de muestra



Figura 2. Jeringa de resina Tetric® N-Ceram Bulk Fill usada en el trabajo experimental





Figura 3. Medición de intensidad de la lámpara LED usada en el experimento

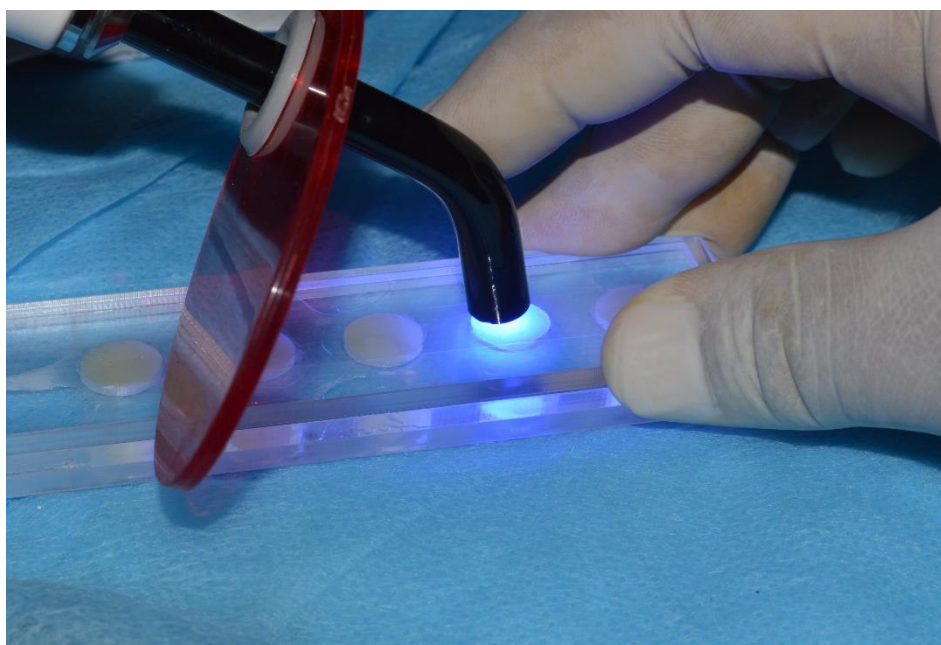


Figura 4. Fotopolimerización de los cuerpos de muestra en el portador de muestras

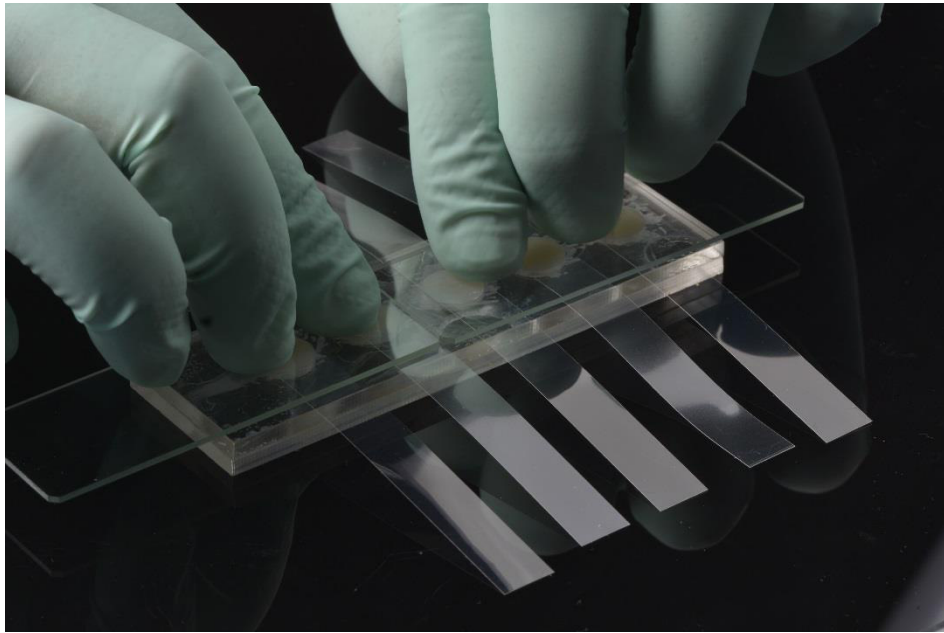


Figura 5. Colocación de cinta celuloide y lamina porta objetos sobre el portador de muestras

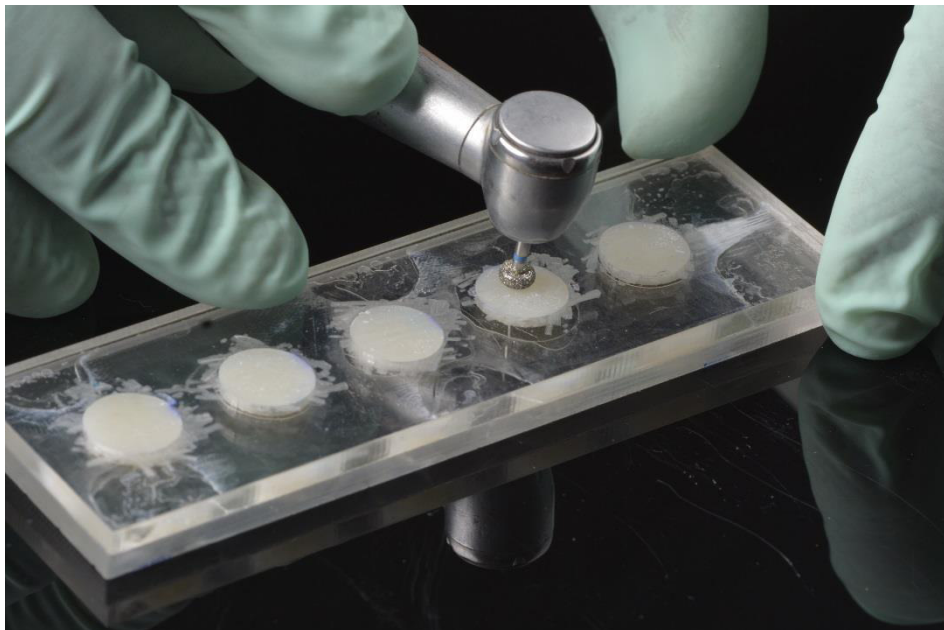


Figura 6. Uso de punta diamantada de grano medio sobre la superficie de los cuerpos de muestra

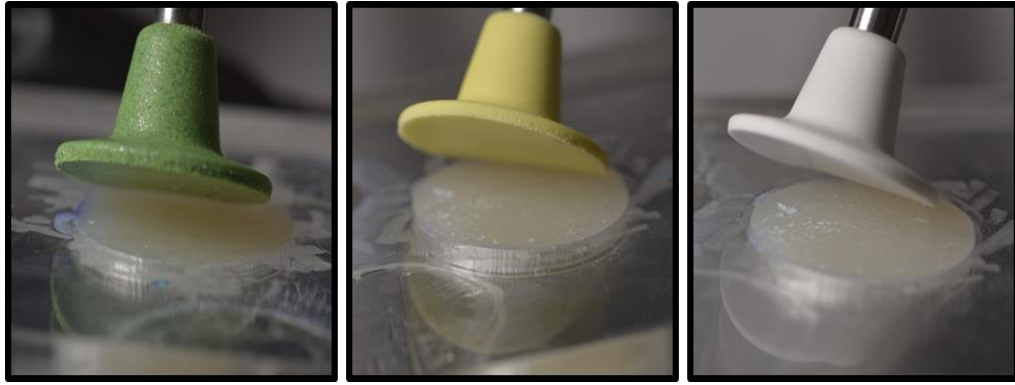


Figura 7. Uso del sistema de pulido Jiffy® sobre los cuerpos de muestra

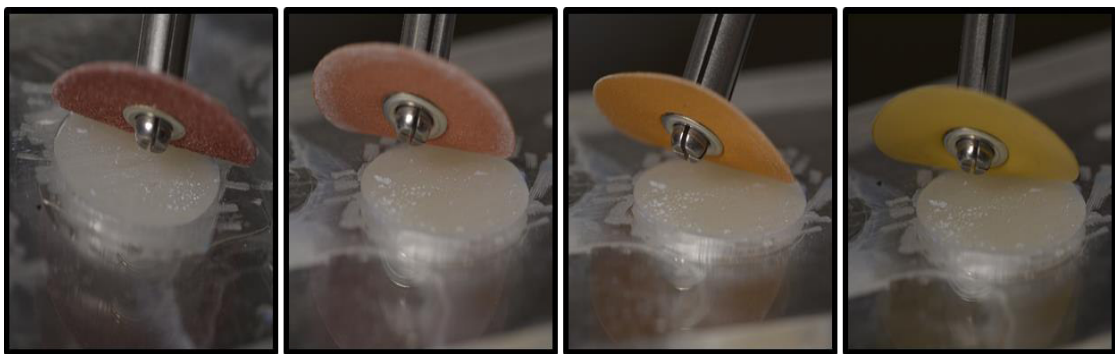


Figura 8. Uso del sistema de pulido Sof-Lex® sobre los cuerpos de muestra



Figura 9. Uso del sistema de pulido Poltip® + Astrobrush® sobre los cuerpos de muestra





Figura 10. Laboratorio de análisis de materiales de la Facultad de Ingeniería Mecánica de la UNI

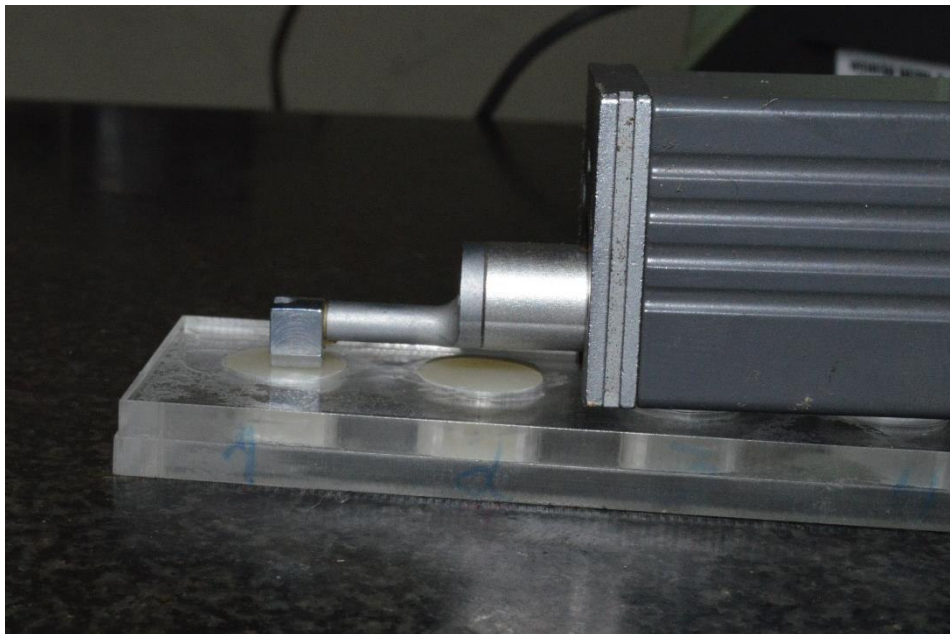


Figura 11. Medición de rugosidad superficial del cuerpo de muestra con el rugosímetro

## ANEXO 03

### RESULTADOS DE MEDICIÓN DE RUGOSIDAD SUPERFICIAL PREVIO AL USO DE LOS SISTEMAS DE PULIDO



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

**Facultad de Ingeniería Mecánica**

**Laboratorio de Mecánica N° 4**

INFORME TECNICO  
Lb4-0235-2017

#### MEDICIÓN DE RUGOSIDAD SUPERFICIAL EN MUESTRAS DE RESINAS

SOLICITANTE : **MANUEL ANTONIO BEDÓN ROJAS**

FECHA : Lima, 01 de Febrero de 2017

1.	ANTECEDENTES	Se recibió treinta (30) muestras de resinas con la finalidad de realizarles la medición de rugosidad superficial.
2.	DE LAS MUESTRAS	<p>Se identificó según el Cliente, como:</p> <p>Treinta (30) muestras de resinas, según los grupos:</p> <p>Grupo 1: Cinco (05) resinas Grupo 2: Cinco (05) resinas Grupo 3: Cinco (05) resinas Grupo 4: Cinco (05) resinas Grupo 5: Cinco (05) resinas Grupo 6: Cinco (05) resinas</p> <p>TESIS : "RUGOSIDAD SUPERFICIAL DE RESINAS CON NANOPARTÍCULAS SOMETIDAS A TRES SISTEMAS DE PULIDO"</p>
3.	EQUIPOS UTILIZADOS	• Rugosímetro Marca MITUTOYO, aproximación de 0,01 $\mu\text{m}$
4.	CONDICIONES DE ENSAYO	T. : 28 °C H.R. : 66 %



Av. Túpac Amaru 210 – Lima 25, Perú

☎ Teléfono: 381-3833 / 481-1070 Anexo 4413 / ✉ Email: laboratorio\_4@outlook.com

Pág. 1 de 3



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

### Facultad de Ingeniería Mecánica

#### Laboratorio de Mecánica N° 4

Lb4-0235-2017

#### RESULTADOS

##### 5.1 Medición de rugosidad en probetas del grupo 1

MUESTRA	LECTURAS ( $\mu\text{m}$ )				LECTURA PROMEDIO ( $\mu\text{m}$ )
	1	2	3	4	
1	1,38	1,28	1,97	1,59	1,56
2	1,71	1,68	1,14	1,03	1,39
3	1,28	1,83	1,42	1,67	1,55
4	1,47	0,53	0,85	0,68	0,88
5	2,68	1,45	1,47	0,98	1,65

##### 5.2 Medición de rugosidad en probetas del grupo 2

MUESTRA	LECTURAS ( $\mu\text{m}$ )				LECTURA PROMEDIO ( $\mu\text{m}$ )
	1	2	3	4	
1	1,24	1,04	1,11	0,93	1,08
2	0,96	0,57	0,64	0,80	0,74
3	1,68	1,40	2,24	1,27	1,65
4	0,85	1,62	1,46	1,49	1,36
5	1,84	1,80	1,12	1,29	1,51

##### 5.3 Medición de rugosidad en probetas del grupo 3

MUESTRA	LECTURAS ( $\mu\text{m}$ )				LECTURA PROMEDIO ( $\mu\text{m}$ )
	1	2	3	4	
1	0,72	0,98	0,93	1,05	0,92
2	1,71	0,51	0,62	1,19	1,01
3	1,32	0,75	0,82	0,81	0,93
4	1,65	2,24	1,44	1,03	1,59
5	1,60	1,40	1,30	1,54	1,46



Av. Túpac Amaru 210 – Lima 25, Perú

☎ Teléfono: 381-3833 / 481-1070 Anexo 4413 / ✉ Email: laboratorio\_4@outlook.com

Pág. 2 de 3



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

### Facultad de Ingeniería Mecánica

#### Laboratorio de Mecánica N° 4

Lb4-0235-2017

##### 5.4 Medición de rugosidad en probetas del grupo 4

MUESTRA	LECTURAS ( $\mu\text{m}$ )				LECTURA PROMEDIO ( $\mu\text{m}$ )
	1	2	3	4	
1	2,33	2,00	2,01	2,01	2,09
2	1,09	1,05	1,39	1,39	1,23
3	1,03	0,95	0,52	0,52	0,76
4	1,79	1,89	1,16	1,16	1,50
5	1,22	0,73	1,43	1,43	1,20

##### 5.5 Medición de rugosidad en probetas del grupo 5

MUESTRA	LECTURAS ( $\mu\text{m}$ )				LECTURA PROMEDIO ( $\mu\text{m}$ )
	1	2	3	4	
1	0,51	0,43	0,48	0,85	0,57
2	0,78	1,07	0,95	0,59	0,85
3	1,25	1,60	2,04	1,10	1,50
4	1,43	0,86	1,10	0,69	1,02
5	1,82	0,68	0,57	0,98	1,01

##### 5.6 Medición de rugosidad en probetas del grupo 6

MUESTRA	LECTURAS ( $\mu\text{m}$ )				LECTURA PROMEDIO ( $\mu\text{m}$ )
	1	2	3	4	
1	0,84	1,32	1,22	1,65	1,26
2	1,25	1,02	0,76	0,63	0,92
3	1,77	1,60	1,93	1,79	1,77
4	1,25	1,65	0,66	0,55	1,03
5	1,61	1,55	1,72	2,30	1,80

\* Código de autenticación : IC DNXIV ULPJ ETJE

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA  
LABORATORIO DE MECANICA  
JEFE DEL LABORATORIO  
ING. SEBASTIAN LAZO OCHOA  
CIP. 74236  
Jefe del Laboratorio de Mecánica

Av. Túpac Amaru 210 – Lima 25, Perú

Teléfono: 381-3833 / 481-1070 Anexo 4413 / Email: laboratorio\_4@outlook.com

Pág. 3 de 3



## ANEXO 04

### RESULTADOS DE MEDICIÓN DE RUGOSIDAD SUPERFICIAL POSTERIOR AL USO DE LOS SISTEMAS DE PULIDO



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**Facultad de Ingeniería Mecánica**  
**Laboratorio de Mecánica N° 4**

INFORME TECNICO  
Lb4-0236-2017

#### MEDICIÓN DE RUGOSIDAD SUPERFICIAL EN MUESTRAS DE RESINAS

SOLICITANTE : **MANUEL ANTONIO BEDÓN ROJAS**

FECHA : Lima, 02 de Febrero de 2017

1.	ANTECEDENTES	Se recibió treinta (30) muestras de resinas con la finalidad de realizarles la medición de rugosidad superficial.
2.	DE LAS MUESTRAS	<p>Se identificó según el Cliente, como:</p> <p>Treinta (30) muestras de resinas, según los grupos:</p> <p>Grupo 1: Cinco (05) resinas Grupo 2: Cinco (05) resinas Grupo 3: Cinco (05) resinas Grupo 4: Cinco (05) resinas Grupo 5: Cinco (05) resinas Grupo 6: Cinco (05) resinas</p> <p>TESIS : "RUGOSIDAD SUPERFICIAL DE RESINAS CON NANOPARTÍCULAS SOMETIDAS A TRES SISTEMAS DE PULIDO"</p>
3.	EQUIPOS UTILIZADOS	• Rugosímetro Marca MITUTOYO, aproximación de 0,01 $\mu\text{m}$
4.	CONDICIONES DE ENSAYO	T. : 28 °C H.R. : 66 %







## UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

### Facultad de Ingeniería Mecánica

#### Laboratorio de Mecánica N° 4

Lb4-0236-2017

#### RESULTADOS

##### 5.1 Medición de rugosidad en probetas del grupo 1

MUESTRA	LECTURAS ( $\mu\text{m}$ )				LECTURA PROMEDIO ( $\mu\text{m}$ )
	1	2	3	4	
1	0,13	0,22	0,15	0,31	0,20
2	0,25	0,24	0,37	0,23	0,27
3	0,26	0,18	0,13	0,24	0,20
4	0,7	0,15	0,10	0,20	0,29
5	0,19	0,17	0,21	0,30	0,22

##### 5.2 Medición de rugosidad en probetas del grupo 2

MUESTRA	LECTURAS ( $\mu\text{m}$ )				LECTURA PROMEDIO ( $\mu\text{m}$ )
	1	2	3	4	
1	0,49	0,18	0,52	0,72	0,48
2	0,92	0,49	0,85	0,27	0,63
3	0,66	0,42	0,54	0,23	0,46
4	0,44	0,28	0,53	0,39	0,41
5	0,14	0,27	0,43	0,48	0,33

##### 5.3 Medición de rugosidad en probetas del grupo 3

MUESTRA	LECTURAS ( $\mu\text{m}$ )				LECTURA PROMEDIO ( $\mu\text{m}$ )
	1	2	3	4	
1	0,06	0,05	0,11	0,11	0,08
2	0,12	0,09	0,13	0,13	0,12
3	0,08	0,08	0,07	0,07	0,08
4	0,05	0,01	0,03	0,06	0,04
5	0,06	0,05	0,05	0,09	0,06



Av. Túpac Amaru 210 – Lima 25, Perú

☎ Teléfono: 381-3833 / 481-1070 Anexo 4413 / ✉ Email: laboratorio\_4@outlook.com

Pág. 2 de 3



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

### Facultad de Ingeniería Mecánica

#### Laboratorio de Mecánica N° 4

Lb4-0236-2017

##### 5.4 Medición de rugosidad en probetas del grupo 4

MUESTRA	LECTURAS ( $\mu\text{m}$ )				LECTURA PROMEDIO ( $\mu\text{m}$ )
	1	2	3	4	
1	0,13	0,59	0,69	0,43	0,46
2	0,29	0,27	0,51	0,31	0,35
3	0,22	0,24	0,33	0,20	0,25
4	0,47	0,60	0,33	0,18	0,40
5	0,87	0,23	0,20	0,20	0,38

##### 5.5 Medición de rugosidad en probetas del grupo 5

MUESTRA	LECTURAS ( $\mu\text{m}$ )				LECTURA PROMEDIO ( $\mu\text{m}$ )
	1	2	3	4	
1	0,32	0,36	0,10	0,09	0,22
2	0,07	0,06	0,07	0,09	0,07
3	0,05	0,09	0,06	0,06	0,07
4	0,05	0,05	0,05	0,22	0,09
5	0,05	0,07	0,12	0,29	0,13

##### 5.6 Medición de rugosidad en probetas del grupo 6

MUESTRA	LECTURAS ( $\mu\text{m}$ )				LECTURA PROMEDIO ( $\mu\text{m}$ )
	1	2	3	4	
1	0,48	0,25	0,68	0,41	0,46
2	0,14	0,62	0,75	0,75	0,57
3	0,47	0,48	0,35	0,35	0,41
4	0,25	0,45	0,47	0,47	0,41
5	0,39	0,21	0,17	0,17	0,24

\* Código de autenticación : IC DNXIVJ EAQT TUTT

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA  
JEFATURA DE LABORATORIO DE MECANICA  
ING. SEBASTIAN LAZO OCHOA  
CIP. 74236  
Jefe del Laboratorio de Mecánica

Av. Túpac Amaru 210 – Lima 25, Perú

Teléfono: 381-3833 / 481-1070 Anexo 4413 / Email: laboratorio\_4@outlook.com

Pág. 3 de 3